

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ
имени Гумарбека Даукеева»

Ф.Р. Жандаuletova, А.А. Абикенова

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА
ВОДНЫЕ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**

Учебное пособие

Алматы 2022

УДК 02.5:628.3(075.8)

ББК 20.1 я73

Ж28

Рецензенты

доктор технических наук, профессор кафедры «ВРиМ» КазНАУ

Е.М. Калыбекова,

кандидат технических наук, старший преподаватель КазНИТУ
им.К. Сатпаева

Г.Ж. Нурулдаева,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетические
системы»

АУЭС им. Гумарбека Даукеева

Е.Г. Михалкова

Рекомендовано к изданию Ученым советом Алматинского университета
энергетики и связи (Протокол №3 от 17.10.2022)

Печатается по дополнительному плану выпуска ведомственной
литературы АУЭС на 2022 год, позиция 40.

Жандаулетова Ф.Р., Абикенова А.А.

Ж 28 Экологическое воздействие промышленности на водные и
земельные ресурсы: Учебное пособие (для магистрантов образовательной
программы 7М11201 – «Безопасность жизнедеятельности и защита
окружающей среды») / Ф.Р. Жандаулетова, А.А. Абикенова – Алматы: АУЭС,
2022. – 153 с.: табл. 29, ил. 12, библиогр. – 32 назв.

ISBN 978-601-358-038-8

Пособие предназначено для магистрантов образовательной программы
7М11201 – «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды».
В пособии приведены особенности рационального использования и охраны
водных ресурсов, сущности и классификации водопользования,
водопотребления; закономерностей водопотребления и водоотведения в
отраслях экономики, а также методы защиты, обеспечивающие охрану
окружающей среды.

УДК 02.5:628.3(075.8)

ББК 20.1 я73

ISBN 978-601-358-038-8

© АУЭС, 2022

Жандаулетова Ф.Р.,

Абикенова А.А., 2022

Содержание

Предисловие	5
1 Влияние антропогенной деятельности на качество водных ресурсов	7
1.1 Основные источники загрязнения вод	8
1.2 Методы оценки качества природных и сточных вод	9
1.3 Мероприятия по предотвращению истощения и загрязнения природных вод и улучшению их качества	11
2 Водопользование и водопотребление	15
2.1 Основные показатели водопользования	15
2.2 Нормы водопотребления и источник водоснабжения	22
2.3 Свойства воды и требования, предъявляемые к ее качеству	25
2.4 Улучшение качества природных вод	27
3 Использование сточных вод	45
3.1 Условия спуска сточных вод в водоемы	52
3.2 Методы очистки сточных вод	54
3.3 Сооружения механической очистки сточных вод	58
3.4 Сооружения физико-химической очистки сточных вод	69
3.5 Сооружения биологической очистки сточных вод	78
4 Охрана водных объектов и борьба с вредным воздействием вод	82
4.1 Факторы давления на водные ресурсы	82
4.2 Охрана водных объектов	86
4.3 Водохозяйственные мероприятия и их влияние на окружающую среду	90
5 Речные бассейны Республики Казахстан	94
6 Влияние хозяйственной деятельности на земельные ресурсы	100
6.1 Состояние земельного законодательства и необходимость его совершенствования. Современное состояние почвенного покрова. Строение литосферы	100
6.2 Почвы. Строение почвы. Структура почвы и факторы почвообразования	103
6.3 Состав и свойства почвы, важные для плодородия. Факторы давления на земельные ресурсы	105
7 Современное состояние почвенного покрова Казахстана. Источники, причины загрязнения и истощения земельных ресурсов. Эрозия почв; опустынивание	112
7.1 Мероприятия по защите почвы. Режим нарушения и рекультивации земель	117

7.2 Воздействие промышленных предприятий на земельные ресурсы	122
8. Рациональное использование и охрана земельных ресурсов как составная часть комплексной программы использования природных ресурсов и сохранения окружающей среды	126
8.1 Защита литосферы от жидких и твердых отходов	127
8.2 Показатели оценки использования земель. Регулирование вопросами земельных ресурсов	129
8.3 Проблемы рационального использования, охраны земельных ресурсов. Экономический аспект. Проблема повышения эффективности использования земель	132
8.4 Основные виды промышленных отходов, их краткая характеристика	136
9 Методы обезвреживания отходов, утилизация промышленных отходов. Требования к хранилищам отходов	141
Вопросы для самоконтроля по курсу	150
Список литературы	152

Предисловие

Сложившийся дефицит в Казахстане в водных ресурсах (около 60 % воды поступают из других стран), требует экономного использования в сельском хозяйстве как поверхностных, так и подземных вод. Эти воды, как правило, должны подвергаться предварительной обработке, чтобы удовлетворить требованиям, предъявляемым к их качеству.

По водообеспеченности Казахстан занимает последнее место среди стран СНГ. Стоки большинства крупных рек формируются за пределами республики, что приводит к значительной зависимости ее экономики от сопредельных государств. Дефицит водных ресурсов, усугубляемый их нерациональным использованием и загрязнением, приводит к деградации окружающей среды, высыханию озерных и речных экосистем, росту заболевания населения. И среди актуальных проблем современности немаловажное место занимает рациональное использование водных ресурсов и улучшение работы систем водоснабжения.

В настоящее время в Казахстане эксплуатируются сотни различных систем водоснабжения, водой обеспечивается большое число потребителей, рассредоточенных на значительной площади, т. е. групповыми водопроводами. Такие групповые водопроводы, как Булаевский, Пресновский, Ишимский по своим параметрам не имеют себе равных по СНГ.

Но несмотря на большую работу, сделанную водохозяйственными организациями республики, обеспечение потребителей водой остается все еще не решенной до конца проблемой и не соответствует возросшим потребностям.

Централизованным водоснабжением охвачено 30% населенных пунктов республики, в основном северных областей Казахстана, где проживает 20% населения республики.

Устанавливаемые требования к воде, зависят от роли ее использования, основными из которых являются хозяйственно-питьевое назначение и производственное водоснабжение. Самым основным требованием считается то, чтобы питьевая вода, принимаемая человеком внутрь, не нарушала нормального функционирования организма, т.е. она должна быть безопасной в физиологическом отношении, а также безвредной для здоровья человека в токсикологическом плане. Качество воды природных источников определяется наличием в ней веществ неорганического и органического происхождения, а также микроорганизмов и характеризуется физическими, химическими, бактериологическими и биологическими показателями. Однако необходимо отметить, что при настоящем загрязнении водоисточников, неудовлетворительном санитарном состоянии и повышенном износе сетей и сооружений водоснабжения, иметь 100% питьевую воду, соответствующую нормативным требованиям, без проведения восстановительных работ для конечного потребителя в большинстве населенных пунктов нереально.

Отсутствие или недостаточность принимаемых мер по устранению снижения качества воды может привести к следующим нежелательным явлениям:

- ухудшению здоровья населения отдельных регионов республики;
- повышению затрат на очистку питьевой воды;
- возможна нерегулируемая миграция населения отдельных регионов в связи с ухудшением санитарно-экологической среды;
- потере питьевого значения месторождений подземных вод и открытых водоемов.

Земля – третья планета Солнечной системы, она вращается вокруг Солнца по орбите на среднем расстоянии $149,5 \cdot 10^6$ км со средним периодом 365,2564 звездных суток; скорость движения по орбите $29,76$ км/сек. Масса Земли – $5,975 \cdot 10^{27}$ г, она составляет $1/333432$ массы Солнца; средняя плотность слагающего Землю вещества – $5,52$ г/см³. Радиус Земли по экватору – $6378,245$ км, полярный радиус – $6356,863$ км, средний радиус – $6371,110$ км. Средняя плотность Земли – $5,52$ г/см³. Плотность увеличивается с нарастанием давления. Давление с каждым километром возрастает на $27,5$ мПа. В центре Земли оно составляет около 300 тыс. мПа. Температура различна в поверхностных и глубинных слоях. Температура центра Земли составляет 2000 – 3000 °С. Суша занимает 29 % поверхности Земли, мировой океан – 71 %.

Земля состоит из трех слоев: земной коры, мантии и ядра.

В ходе формирования планеты более тяжелые элементы (железо, никель и др.) образовали ядро, а относительно легкие (кремний, алюминий) сформировали земную кору. Одновременно из расплава выделялись газы, которые образовали атмосферу, и пары воды, которые сформировали гидросферу. В результате на Земле сложились благоприятные для развития жизни условия.

Экологическая устойчивость – это способность экологической системы сохранять свою структуру и функции в процессе воздействия внутренних и внешних факторов, то есть стабильность окружающей среды.

Экологическая устойчивость достигается следующими мероприятиями: повышением эффективности использования ресурсов за счет внедрения экологически чистых и передовых технологий, перестройки в структуре экономики, природопользования, рационального использования и потребления производственных отходов; увеличения экологической и социальной безопасности, улучшения здоровья людей и внедрения здорового образа жизни; снижения антропогенного давления на природу за счет сокращения выбросов, очистки территорий от загрязнения, управления отходами, предотвращения чрезвычайных ситуаций в окружающей среде и улучшения защиты окружающей среды путем внедрения эффективных зеленых технологий и инвестиций.

1 Влияние антропогенной деятельности на качество водных ресурсов

Качество вод обусловлено как природными, так и антропогенными факторами. Наибольшее влияние на качество воды оказывает антропогенная деятельность, проявляющаяся в интенсивном развитии промышленности, энергетики, сельского хозяйства, транспорта и коммунального хозяйства. При этом основными источниками загрязнения являются: промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, диффузные источники загрязнения (минеральные удобрения, ядохимикаты, дымовые выбросы и др.).

Большой вред водоемам причиняют промышленные стоки, содержащие токсические вещества, действующие пагубно на водные экосистемы. Наибольшее количество загрязнений при отсутствии требуемой степени очистки поступает от нефтеперерабатывающей, химической, целлюлозно-бумажной, металлургической, текстильной и других отраслей промышленности. Объем и состав промышленных стоков зависит от производственной мощности каждого предприятия и принятой на нем технологии.

В условиях дельнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства все большее значение уделяется внесению удобрений и использованию различных пестицидов. Однако при внесении удобрений и особенно при использовании ядохимикатов не всегда учитывается отрицательное влияние их на качество воды в водоемах и водотоках. Значительный ущерб могут причинять тепловые и атомные электростанции, сбрасывающие тепловые воды в природные и искусственные водоемы, нарушая термический, гидрохимический и гидрологический режимы.

Немаловажное значение в ухудшении качества природных вод имеют загрязнения, поступающие из атмосферы. В отдельных случаях они составляют до 15–20% общей нагрузки водоема загрязнениями. К числу загрязнителей природных вод следует также отнести водный транспорт, лесосплав и соответствующие ему работы, отвалы горных разработок и др. На качество воды в значительной степени оказывают влияние и водохозяйственные мероприятия, в том числе различные мелиоративные работы. Особенно на гидрохимический и гидробиологический режимы водотоков и водоемов создание водохранилищ. К коммунальным сточным водам относятся, фекальные стоки, как организованные и сосредоточенные, так и неорганизованные и рассредоточенные. Существенную роль играют ливневые стоки, концентрация загрязнений в которых, особенно в начальный период, может достигать весьма больших величин.

Загрязняющие вещества могут быть разделены на: минеральные, органические и бактериальные.

Минеральные загрязнения: песок, глина, растворы и эмульсии солей, кислот, щелочей, минеральных масел и другие вещества.

Органические загрязнения могут быть растительного и животного происхождения. Различают легко окисляемые соединения, например

хозяйственно-бытовые, пищевые и другие сточные воды, и тяжело окисляемые растворы, как правило, продукты химической промышленности.

Бактериальные загрязнения: различные микроорганизмы в виде дрожжевых и плесневых грибков и бактерий, в том числе болезнетворных. Последние имеют исключительно животное происхождение.

Из всех видов загрязнений наиболее распространены нефтепродукты и фенольные соединения, которые оказывают отрицательное воздействие на воду и живые водные организмы даже в малых концентрациях.

Загрязнение водоемов поверхностно-активными моющими веществами (СПАВ) приводит к образованию стойкой пены и существенному ухудшению санитарных показателей. Наибольшую опасность для природных вод и живых организмов представляют радиоактивные отходы. Поэтому их сброс в водоемы недопустим.

Все вредные вещества влияют на органолептические, общесанитарные, токсические и рыбохозяйственные качества воды, изменяя ее физические свойства (прозрачность, окраска, запах и пр.) и химический состав. При этом появляются плавающие образования и отложения, новые бактерии, вирусы, грибки. В результате качество воды рек и водоемов может оказаться непригодным для водопотребления и водопользования.

1.1 Основные источники загрязнения вод

Качество воды водных объектов оценивается по физико-химическим, биологическим и микробиологическим показателям, анализ которых позволяет установить соответствие или несоответствие рассматриваемого водотока, водоема требованиям, предъявляемым водопотребителями водопользователями согласно действующим законодательным актам. Критерием оценки допустимости загрузки водных источников веществами загрязнения являются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в водных объектах, а также их общесанитарная характеристика. Требования, предъявляемые к качеству воды рек, озер, морей, разработаны в виде ПДК для источников водоснабжения, водоемов, расположенных в пределах населенных пунктов в зоне отдыха, а также для водных объектов рыбохозяйственного значения. Утверждены санитарные правила впуска сточных вод в водные объекты отдельно для рек и внутренних водоемов и для морского побережья. В этих документах даны ПДК для большого количества вредных веществ (более 500), а также расчетные гидрологические условия оценки качества воды.

Согласно действующим в Казахстане правилам, допускаемые сбросы вещества загрязненных (сточных вод и пр.) определены для каждого производства, города или поселка исходя из ПДК вредных веществ в зоне водопользования – водопотребления.

В большинстве зарубежных стран сбросы сточных вод нормируются, причем допустимую нагрузку на водные объекты устанавливают законодательные органы.

Каждая из указанных систем имеет свои положительные и отрицательные стороны. Поэтому в настоящее время ведутся исследования по разработке комбинированной системы ограничения сбросов.

Методика построения комплексной оценки качества поверхностных вод характеризуется с помощью индекса качества (ИКВ), $I_{пр}$, характеризующего его по совокупности основных показателей в зависимости от видов водопользования на основании существующих нормативов «Правил охраны поверхностных вод», разработаны также способы построения составляющих индексов:

- общесанитарных – $I_{ос}$;
- специфических загрязнений $I_з$.

1.2 Методы оценки качества природных и сточных вод

Качество воды водных объектов оценивается по физико-химическим, биологическим и микробиологическим показателям, анализ которых позволяет установить соответствие или несоответствие рассматриваемого водотока, водоема требованиям, предъявляемым водопотребителям – водопользователями, согласно действующим законодательным актам. Критерием оценки допустимости загрузки водных источников веществами загрязнения являются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в водных объектах, а также их общесанитарная характеристика. Требования, предъявляемые к качеству воды рек, озер, морей, разработаны в виде ПДК для источников водоснабжения, водоемов, расположенных в пределах населенных пунктов в зоне отдыха, а также для водных объектов рыбохозяйственного значения. В Казахстане правила допускаемых сбросов загрязненных веществ (сточных вод и пр.) определены для каждого производства, города или поселка, исходя из ПДК вредных веществ в зоне водопользования – водопотребления.

Качество природных и сточных вод оценивают по их физико-химическим и микробиологическим показателям, а природные воды – еще и по гидробиологическим признакам. Состав показателей, которые подлежат определению, назначают с учетом местных условий согласно действующим правилам и поставленной задаче. Все группы вредности, определяющие качество воды водных объектов, представлены общесанитарными, органолептическими, токсическими и биологическими показателями.

Прозрачность воды зависит от ее цвета и мутности. Мерой светопропускания служит высота водяного столба, сквозь который можно еще наблюдать белую доску определенных размеров или прочесть шрифт определенного типа. Результаты указывают в сантиметрах, отмечая этим

способ измерения.

Цветность воды определяют в нефилтрованной пробе воды сравнением анализируемой пробы со стандартной окраской, создаваемой в растворе хлорплатинатом калия и хлористым кобальтом или раствором двухромовокислого калия и сернокислого кобальта.

Общее содержание примесей – сумма всех растворенных и взвешенных в воде веществ, которые находят выпариванием пробы воды, высушиванием осадка при 105 °С до постоянной массы и последующем взвешиванием.

Растворенные вещества – вещества, определяемые выпариванием профильтрованной пробы, высушиванием осадка при 105 °С до постоянной массы и взвешиванием.

Взвешенные вещества – вещества, остающиеся на фильтре при фильтрации. Их определяют либо непосредственно после фильтрации пробы высушиванием при 105 °С осадка до постоянной массы и взвешиванием, либо косвенно по разности между общим содержанием примесей и количеством растворенных веществ.

Величину реакции воды рН устанавливают колориметрическим или электрометрическими методами, измеряя потенциал, возникающий на измерительном электроде. Наиболее точный – электрометрический метод.

Растворенный в воде кислород находят йодометрическим методом, основанном на реакции растворенного кислорода с гидроокисью марганца. Быстрым и достаточно точным является электрометрический метод с применением автоматически действующего прибора (зонд), работающего на диффузионно-электрохимическом принципе (имеет мембрану, электроды и раствор электролита). Результат определения растворенного кислорода выражают в миллиграммах O₂ на 1 л воды.

Биохимическое потребление кислорода (БПК) определяют стандартным методом разбавления в первоначально или соответственно разбавленной пробе по разности между содержанием кислорода до и после инкубации при стандартных условиях (продолжительность инкубации 5,7 или 20 суток при +20°С без доступа воздуха и света).

Аммиак определяется методом непосредственного колориметрического измерения в питьевых и поверхностных водах с реактивом Нисслера либо методом отгонки с колориметрическим или объемным окончанием (определение в поверхностных и сточных водах). Содержание аммиака выражают в мг N на 1л.

Нитриты в питьевых, поверхностных и сточных водах определяют с помощью колориметрического метода с сульфаниловой кислотой и N-нафтиламином. Содержание нитритов выражают в мг N на 1л.

Общее количество сапрофитных бактерий определяют при температуре выращивания +37 °С, которое характеризует прямое потребление бактериями органических веществ. Бактерии группы кишечных палочек являются индикаторными показателями фекального загрязнения. Характеристики дают в воде коли-титра или коли-индекса. Первый из них характеризует наименьший

объем в миллилитрах, в котором обнаруживается одна колония бактерий. Коли-индекс дает обратное значение коли-титра.

Загрязнение рек и водоемов вредными веществами.

Значительный объем загрязнений сбрасывается со сточными водами городов и поселков и промышленных предприятий. Сток в течение времени (суток, недели, года) происходит неравномерно имея, как правило, суточные максимумы (утренний и вечерний) и глубокий ночной минимум. Состав сточных вод зависит от источника загрязнения и изменяется во времени, причем суточные колебания содержания различных ингредиентов составляют 3-4 и более раз. Загрязнения, содержащиеся в сточных водах, можно делить на нерастворенные, коллоидные (частицы от 0,1 до 0,001 мм) и растворенные вещества. Бактериальное состояние рек и водоемов зависит от содержания в них болезнетворных (патогенных) и индикаторных бактерий, указывающих на возможность наличия в сточных водах патогенных микробов. В городских сточных водах содержится до 40% взвешенных, до 10–20% коллоидных и до 40–50% растворенных веществ.

При оценке качества природных вод нужно знать поступающую в них нагрузку загрязнений. Для хозяйственно-бытовых сточных вод количество загрязнений на одного жителя в сутки определяется согласно СНиП в граммах: для взвешенных веществ – 65; для БПКп – до 60–75; для азота аммонийных солей – 8–9; для фосфатов – 1,7; для хлоридов – 9.

Процессы самоочищения обусловлены совокупностью действия многих факторов, к числу которых относятся солнечная радиация, деятельность микроорганизмов и водной растительности.

1.3 Мероприятия по предотвращению истощения и загрязнения природных вод и улучшению их качества

На протяжении всей истории развития общества взаимоотношения человека и природы характеризуются извлечением из нее ценных составляющих, необходимых для существования и развития людей. Это находит свое выражение в производстве сельскохозяйственной продукции, разработке полезных ископаемых и выпуске промышленных товаров, заготовке лесоматериалов и ценной растительности, ловле рыб, охоте на животных и птиц. Все это приводит к нарушению природных сообществ и их постепенному истощению.

Практически до последнего времени человечество не заботилось о восстановлении природного потенциала, не задумываясь над тем, что он не неисчерпаем и что его саморегулирующая способность не беспредельна.

В значительной мере это относится к водным ресурсам суши, интенсивное использование которых в отдельных районах, способствовало их интенсивному истощению и загрязнению. Дальнейшее развитие общества немислимо без строгого проведения системы социальных, экологических и технико-экономических мероприятий, необходимо не допустить серьезных

экологических изменений в природных экосистемах и создать условия для их нормального функционирования в течение длительного времени. Особое значение в связи с этим имеет установление предельно возможных нагрузок антропогенного воздействия, как на отдельные элементы природных сообществ, так и на их комплексы.

Прогрессирующее загрязнение окружающей среды и в первую очередь природных вод обусловлено не только все возрастающими масштабами промышленного и сельскохозяйственного производства, ростом городов, но и в значительной степени несовершенством их технологий.

Существуют три основных пути по борьбе с загрязнением окружающей среды: создание безотходных производств, допускающих утилизацию всех остающихся отходов; сокращение количества сырья, расходуемого для выпуска единицы продукции и, следовательно, дает возможность уменьшить общий объем вредных выбросов; очистка всех выбросов в биосферу, что сопряжено со значительными затратами на строительство и эксплуатацию очистных сооружений, а также с необходимостью утилизации остающихся после этого отходов.

Постоянно действующая система по осуществлению комплекса мер, направленных на предотвращение истощения и загрязнения водных ресурсов, должна включать в себя следующие взаимосвязанные разделы: экологизацию промышленного, сельскохозяйственного производства и городского хозяйства; очистку природных и сточных вод; мелиоративные мероприятия.

1. В основе экологической технологии производства различных видов продукции надлежит придерживаться следующих рекомендаций: размещать новые объекты в соответствии с наличными водными ресурсами и допустимыми экологическими нагрузками на природную среду; сокращать удельное водопотребление; переходить к системам оборотного водоснабжения и последовательного использования воды в пределах одного предприятия; использовать отработанные воды для нужд других предприятий; внедрять отдельные системы очистки сточных вод; извлекать ценные составляющие из отходов производства и сточных вод; применять меры экономического воздействия путем введения платы за потребляемую и сбрасываемую воду.

Наиболее радикальный путь охраны водных ресурсов от истощения и загрязнения – это прекращение сброса сточных вод в реки и водоемы.

2. В современных условиях имеет большое значение очистка природных и сточных вод. Возможно, что в перспективе по мере непрерывного совершенствования безотходных производств роль основной очистки отработанных вод будет несколько снижаться, но тем не менее она сохранит свое значение доочистки сбросных вод в реализации комплексной программы охраны водных ресурсов от загрязнений.

3. Особое место в предотвращении истощения и загрязнения природных вод принадлежит комплексу мелиоративных мероприятий. По своему характеру они различны, а осуществление большинства из них требует

значительных средств и времени. К числу мелиоративных мероприятий относятся: наиболее полное использование биоклиматического потенциала каждой области с целью получения достаточно высоких и устойчивых урожаев; размещение посевов культур с учетом водообеспеченности речных бассейнов, областей и районов; оптимизация использования удобрений и пестицидов в целях обеспечения надлежащего уровня сельскохозяйственного производства и предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод; уменьшение потерь воды на фильтрацию, испарение и непроизводительные сбросы; внедрение наиболее прогрессивных способов увлажнения почв; рациональное использование водохранилищ и поддержание в них надлежащего качества воды, осуществление комплексной программы по борьбе с вредным воздействием наводнений, селевых потоков, оползней, водной эрозии и т.д.; проведение лесоохранных мер.

Основные способы улучшения качества воды.

Способы улучшения качества воды и состав водоочистных сооружений зависит от требований, которые предъявляет потребитель к качеству воды и от качества природной воды. Эти требования состоят в следующем: запах и привкус при температуре 20 °С не более 2 баллов; цветность по платино-кобальтовой шкале не более 20; прозрачность по шрифту не менее 30 см; мутность не более 2 мг/л; общая жесткость воды не более 7 мг. экв/л.

В питьевой воде должно быть: свинца не более 0,1 мг/л; мышьяка не более 0,05 мг/л; фтора не более 1,5 мг/л; меди не более 3,0 мг/л; цинка не более 5,0 мг/л. В 1 мл воды общее число бактерий, определяемое числом колоний после 24-часового выращивания, при 37 °С не более 100, а число кишечных палочек в 1 л воды не более трех; содержание железа и марганца не более 0,03 мг/л; активная реакция воды рН должна быть в пределах 6,5–9,5; в воде должны отсутствовать хлорфенольные запахи.

Оптимальная температура хозяйственно-питьевой воды 7–10 °С; (предельно допустимая 35 °С). В воде, используемой для питьевого водоснабжения, сухой остаток должен не более 1000 мг/л; содержание хлоридов не должно превышать 350, а сульфатов – 500 мг/л.

Основные способы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей: осветление; обесцвечивание; обеззараживание.

Осветление воды – удаление из нее взвешенных веществ. В зависимости от требуемой степени осветления применяют: отстаивание воды в отстойниках, в гидроциклонах; осветление воды путем пропуска ее через слой ранее образованного взвешенного осадка и так называемых осветлителях со взвешенным осадком; фильтрование воды через слой зернистого фильтра или фильтрование через сетки и ткани.

Для достижения требуемого эффекта – осветление воды в отстойниках, осветлителях и на фильтровальных аппаратах с зернистой фильтрующей загрузкой в целях интенсификации процесса, т.е. воздействию солей многовалентных металлов. Попутно при этом вода значительно обесцвечивается.

Обесцвечивание воды – устранение или обесцвечивание различных окрашенных коллоидов или растворенных веществ. Для этой цели воду подвергают коагулированию, применяют различные окислители (хлор, азот, перманганат калия) и сорбенты (активный уголь).

Обеззараживание воды проводят для уничтожения содержащихся в ней болезнетворных бактерий и вирусов. Чаще всего применяют хлорирование воды, а также и другие способы обеззараживания (озонирование, бактерицидное облучение и др.).

Методы и установки для деминерализации вод.

Для опреснения соленых вод применяются и находят все большее распространение дистилляция, ионный обмен, вымораживание и электролиз.

Процесс дистилляции – это испарение высокоминерализованной воды с последующей конденсацией пара, в результате чего получается пресная вода. Одноступенчатая испарительная установка состоит из парового котла, испарителя, теплообменника для конденсации пара, насосов, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, расширителей и др.

Многоступенчатые испарительные установки – это несколько последовательно работающих испарителей. Пока метод дистилляции относительно дорог, а установки сложны в эксплуатации.

Использование осадка сточных вод. Использование осадка (ила), образующегося в процессе обработки сточных вод, имеет большое значение для сельского хозяйства и для зеленых насаждений городов. При этом хозяйства могут получать его на станциях очистки сточных вод бесплатно.

В составе осадков городских сточных вод содержатся 50–85% органических веществ, из которых 80 состоит из углеводов, жироподобных и белков. Содержание органического вещества в сброженном осадке уменьшается до 50%.

Зрелый осадок безвреден в санитарном отношении и используется в качестве удобрения. По своим показателям осадок не уступает навозу. Он легко гумунизируется и увеличивает водопроницаемость почвы. Содержание в осадке биогенных элементов зависит от содержания сухого вещества, характера очистки сточных вод и пр.

Использование осадков сточных вод зависит в значительной мере от выращиваемых культур. Рекомендуют использовать осадок для удобрения лугов и зерновых культур. Особенно эффективно использование осадка на минеральных почвах, бедных гуминовыми веществами, если удобрять угоды не чаще одного раза в пять лет. Рекомендуется за пять лет вводить в почву не более 20 т сухого вещества осадка на 1 га. При этом следует учитывать характер и степень очистки сточных вод, вид культур, содержание токсических веществ.

2 Водопользование и водопотребление

2.1 Основные показатели водопользования

К водопользователям относятся участники ВХК (водохозяйственный комплекс), использующие природные воды как сырые, в состав включают – промышленное, сельскохозяйственное, питьевое водопотребление, ирригацию.

К водопользователям относятся участники ВХК, использующие воды как среду обитания, в качестве теплотрансфера, в состав включают – лесосплав, водный транспорт. Водопользование – это использование воды без отбора, в результате чего не создаются возвратные воды.

Основные показатели водопользования:

- степень изменения режима рек и водотоков по отношению к естественному и степень влияния на качество воды в реках.

По отношению к гидроэнергетике – это обстоятельство проявляется в повышении уровня вод в верхнем бьефе и уменьшении такого в нижнем, интенсивной сработке уровней воды в осенне-зимний период, осветлении вод в верхних бьефах и размыве речного дна рек после плотин, изменению температурного режима воды.

У водной рекреации – это проявляется в загрязнении нефтепродуктами акватории рек и водоемов от моторных лодок и теплоходов, а также бытовыми отходами, поступлении в воду дополнительных органических веществ при корме рыб, купании.

Водопотребление – использование воды с отбором из реки, в результате чего образуются возвратные воды. Основные показатели водопотребления: полное и безвозвратное потребление воды для орошаемого земледелия; степень возврата (в орошаемом земледелии процент возврата воды в реку составляет 20–30%); степень влияния на качество воды в реке.

Водохозяйственный комплекс.

Под водохозяйственным комплексом следует понимать систему технических и социально-экономических мероприятий по использованию водных ресурсов в интересах развития участников этого комплекса исходя из запросов народного хозяйства.

В современном представлении каждый водохозяйственный комплекс должен удовлетворять следующим основным условиям: наиболее рационально обеспечить запросы участников комплекса как по количеству используемой воды, так и по ее качеству; не допускать ухудшения природных условий и гарантировать охрану водотоков и водоемов от загрязнения и истощения; обеспечить наиболее высокую экономическую эффективность для всех участников комплекса; гарантировать надежную систему эксплуатации всей совокупности водохозяйственных сооружений.

Системы и схемы водоснабжения. Системы водоснабжения зданий и объектов любого назначения должны обеспечивать потребителей водой заданного качества, в требуемом количестве и под необходимым напором.

Снабжение водой зданий и отдельных объектов может осуществляться от наружной водопроводной сети (населенного пункта, предприятия) или от собственного местного (подземного или поверхностного) источника водоснабжения.

Системы водоснабжения подразделяются по назначению, сфере обслуживания, способу использования воды, обеспеченности напором с учетом установленного оборудования.

По назначению системы подразделяют на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные.

Хозяйственно-питьевые системы водоснабжения зданий предназначены для обеспечения потребителей водой питьевого качества. Потребителями вода расходуется на питьевые, хозяйственно-бытовые, санитарно-гигиенические и технологические нужды. В том случае, если возможно потребление воды непитьевого качества, в здании проектируют два внутренних водопровода – питьевой и технической воды, не соединенных друг с другом (раздельных). В производственных зданиях (горячих цехах) предусматривают специальные питьевые водопроводы, в которых вода может быть насыщена углекислым газом, подсолена или охлаждена.

Производственные системы водоснабжения обеспечивают подачу воды на технологические нужды предприятия, цеха. Качество и количество воды в производственных водопроводах должны удовлетворять требованиям технологии производства. В производственных водопроводах вода может быть непитьевого качества или специально очищена.

Противопожарные системы водоснабжения зданий предназначены для ликвидации очагов пожара, вспыхнувшего в здании. Качество воды не лимитируется, а количество должно быть предусмотрено в соответствии с требованиями СНиП РК 4.01.-02-2001.

По сфере обслуживания системы могут быть: *раздельными*, не соединенными одна с другой (поскольку качество воды в них может быть разное); *объединенными*, (хозяйственно-противопожарные, производственно-противопожарные или хозяйственно-производственные, в которых предполагается подача воды идентичного качества); *едиными*, обеспечивающими подачу воды на все нужды: хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные. Единые системы обеспечивают подачу воды только питьевого качества.

По способу использования воды различают системы: *прямоточные, оборотные и повторного использования*. При решении вопросов охраны и рационального использования природных ресурсов с целью экономии воды следует шире применять оборотные системы водоснабжения с использованием локальных установок для водоподготовки и с подпиткой свежей водой для восполнения потерь, которые всегда наблюдаются в оборотных системах водоснабжения.

По обеспеченности напором с учетом установленного оборудования различают системы:

а) обеспеченные напором от сети наружного водопровода, т.е. когда в точке присоединения внутреннего водопровода к наружной сети водоснабжения населенного пункта или предприятия минимальный (гарантийный) напор будет достаточен для нормального функционирования всех водоразборных устройств, установленных на сети внутреннего водопровода;

б) не обеспеченные напором от сети наружного водопровода, т.е. системы с водонапорным оборудованием: водонапорным баком, насосной или пневматической установкой.

Системы внутреннего водопровода *с водонапорным баком* применяют в тех случаях, когда гарантийный напор в часы максимального водопотребления недостаточен, т.е. ниже требуемого напора, а в другие часы достаточен ($H_{\text{гар}} \geq H_{\text{тр}}$). В часы недостаточного напора, когда ($H_{\text{гар}} < H_{\text{тр}}$), все водоразборные устройства обеспечиваются напором от водонапорного бака.

Системы внутреннего водопровода *с повысительной насосной установкой* применяют тогда, когда напор в наружном водопроводе постоянно или периодически ниже требуемого и когда во внутреннем водопроводе режим водопотребления характеризуется малой неравномерностью. Системы внутреннего водопровода с повысительной насосной установкой и водонапорным баком применяют в тех случаях, когда гарантийный напор в наружном водопроводе недостаточен и когда существенно изменяется водопотребление в здании.

Повысительные насосы включаются автоматически в результате падения уровня воды в баке или нормативного напора в сети. Водонапорный бак работает в сети как регулирующая емкость.

Системы с повысительной пневматической установкой или с повысительными насосами и гидропневмобаком применяют в противопожарных или производственных водопроводах. В этой системе гидропневматический бак выполняет функцию водонапорного бака и может применяться как запасная или как регулирующая емкость.

Различают также *зонные системы водоснабжения*, которые применяют в высотных зданиях более 50 м (17 и более этажей), когда напор в сети превышает максимально допустимый (60 м для хозяйственно-питьевого водопровода и 90 м для противопожарного). Высота зоны определяется максимально допустимым гидростатическим напором в самой нижней точке сети (резьбового соединения или арматуры).

Водоснабжение городов и населенных мест.

Вода в коммунальном хозяйстве расходуется для удовлетворения питьевых и других нужд населения, работы разливных предприятий бытового обслуживания, поливки улиц, в противопожарных целях.

По мере роста плотности населения и культуры городов и населенных пунктов возрастает и количество воды, расходуемой на одного жителя. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления устанавливаются в соответствии с действующими нормативами в зависимости от численности населения и

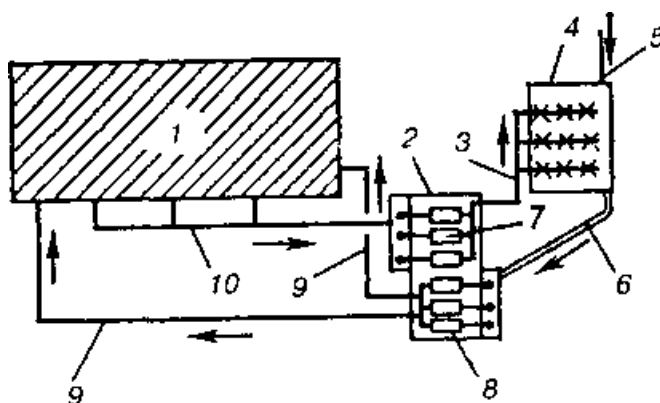
степени благоустроенности зданий. Водопотребление в населенных пунктах меняется в течение года. Наибольшие объемы воды расходуются в летнее время, когда население часто пользуются ваннами и душами и производится полив улиц и зеленых насаждений.

Расходование воды в течение суток также неравномерно. Наибольшее количество воды потребляется в середине дня и наименьшее – ночью. С каждым годом возрастает общая протяженность коммуникаций сельскохозяйственного водоснабжения. В Казахстане построено около

20 тыс. км магистральных и более 30 тыс. км внутри поселковых и локальных трубопроводов, много насосных станций, очистных сооружений и установок по улучшению качества воды. Наиболее крупными групповыми водопроводами являются — Ишимский, Булаевский, Нуринский, Селетинский и ряд других. Канал Иртыш – Караганда наряду с обеспечением потребностей промышленных центров поднял воду для населения сельских районов.

Водопользование в промышленности.

Развитию промышленного производства сопутствует увеличение водопотребления. Кроме прямоточного водоснабжения промышленные предприятия принимают различные схемы оборотного водоснабжения (см. рисунок 2.1), которые обеспечивают значительную экономию природных вод.



1 – цех; 2 – насосная станция; 3 – напорный трубопровод; 4 – специальные сооружения для охлаждения воды; 5 – трубопровод подачи «свежей» воды; 6 – самотечный трубопровод; 7 – первая группа насосов; 8 – вторая группа насосов; 9 – напорный трубопровод; 10 – самотечный трубопровод.

Рисунок 2.1 – Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия

Таким образом, вода, используемая в производстве, – составная часть выпускаемой продукции (полностью или частично). Кроме того, ее можно использовать и на вспомогательные цели, обеспечивая производственный процесс.

Многие отрасли промышленности используют воду в качестве основного элемента производственного процесса: энерго- или теплоносителя, рабочей среды и т.д.; для ряда производств вода необходима как технологический

компонент – при варке, разбавлении, выщелачивании, кристаллизации. Большинство химических предприятий используют воду как реагент; при изготовлении изделий из цемента, глины, извести вода является компонентом. На территориях промышленных предприятий вода необходима также и для непроизводственных целей: санитарно-гигиенических условий, для пожаротушения.

Предприятия черной и цветной металлургии, химической, целлюлозно-бумажной и др. отраслей промышленности являются более водоемкими. Одновременно увеличивая и количество отработанной воды, содержащей соли цинка, свинца, никеля, фторидные и другие соединения; попадая в водоприемники, она загрязняет их.

Отходы нефтеперерабатывающей промышленности образуют на поверхности водоемов пленку, препятствующую проникновению кислорода. Для сокращения и предотвращения загрязнения природных вод необходимо кардинальное изменение технологических схем циркуляции воды на предприятиях. Значительные объемы воды потребляются тепловыми (ТЭС) и атомными (АЭС) электростанциями, которые оказывают влияние на водные экосистемы, и в первую очередь на их тепловой режим. Для защиты водных источников от так называемого теплового загрязнения необходимо активнее внедрять на ТЭС системы оборотного водоснабжения.

В промышленности особое место занимает гидроэнергетика, являющаяся основным водопользователем речного стока. Гидростанции все больше удовлетворяют потребности в энергии в часы пик. Необходимые расходы воды для тепловых электростанций обычно определяются на 1 кВт установленной мощности и расходуются от 0,16 до 0,45 м³/ч воды. Большие значения относятся к малым турбинам среднего давления, а меньшие величины — к крупным турбинам высокого давления. Современные агрегаты рассчитаны на сверхкритические параметры пара при температуре его 580-600 °С и при давлении 240–260 кПа. Принимая мощность тепловой электростанции 2400 МВт и средний расход воды на 1 кВт равным 0,15 м³/ч, получим общий расход 100 м³/с (целая река).

Для обеспечения водоснабжения современных крупных тепловых электростанций их стараются расположить на берегах крупных рек, водохранилищ в прибрежной морской зоне. При этом схема водоснабжения может быть прямоточной.

Однако в ряде случаев тепловые электростанции приходится располагать непосредственно у месторождений топлива и очень часто – в условиях ограниченных водных ресурсов (Экибастузская ГРЭС), что вызывает необходимость перехода к оборотным системам водоснабжения.

Использование водной энергии.

Существенную роль в энергетическом балансе страны играют гидроэлектрические станции, которые по сравнению с другими электростанциями обладают значительными преимуществами: прежде всего, отпадает постоянная необходимость добычи, подвозки, подготовки и подачи

топлива, обеспечиваются лучшие условия для охраны водных ресурсов и природы. В отличие от других энергетических ресурсов гидроэнергия не иссякает, а постоянно возобновляется.

Величина мощности, развиваемой потоком, может быть определена по зависимости:

$$N = 9,8 \cdot Q \cdot H, \quad (2.1)$$

где Q – средний годовой расход реки ($\text{м}^3/\text{с}$) на данном участке реки;
 H – падение реки на участке, (м).

Гидростанции отличаются возможностью полной автоматизации, высоким коэффициентом гидроресурсов, большой маневренностью оборудования, малыми трубопроводами при эксплуатации.

Себестоимость электроэнергии, вырабатываемой ГЭС, намного меньше себестоимости энергии, получаемой от тепловых и атомных электростанций.

При строительстве гидростанции решается много хозяйственных задач. Плотины, создающие напор на гидростанциях, образуют водохранилища. Вода из них расходуется для выработки электроэнергии, орошения, обводнения и водоснабжения. Подъем воды позволяет использовать их для судоходства, а периодические попуски воды вниз по течению дают возможность поддерживать требуемые для судов глубины.

Водные рекреации.

Восстановление сил человека, израсходованных в процессе трудовой деятельности, осуществляется в период отдыха — рекреации. Потребности населения в рекреации возрастают с углублением научно-технической революции. Зоны активной рекреационной деятельности людей определяются побережьями морей, озер, рек, водохранилищ. При анализе составляющих водного хозяйства рекреацию следует рассматривать как важного участника водохозяйственного комплекса и проводить соответствующую технико-экономическую оценку этого вида водопользования.

Системы водоснабжения представляют собой комплекс сооружений, предназначенных для снабжения потребителей водой в необходимых количествах, требуемого качества и под требуемым напором. Системы состоят из сооружений для забора воды из источника водоснабжения, ее обработки, перекачки воды к потребителю и сооружений для ее хранения.

В зависимости от вида обслуживаемого объекта системы водоснабжения подразделяются на городские, промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и др. Если системы водоснабжения обеспечивают водой отдельные группы различных населенных пунктов и других объектов, то они называются районными или групповыми системами.

В зависимости от вида потребителей системы водоснабжения выполняют функции хозяйственно-питьевых, производственных, противопожарных, поливочных водопроводов. Степень объединения функций,

выполняемых водопроводами, определяется исходя из технико-экономических соображений. Системы водоснабжения могут быть объединенными (единиными), неполно раздельными и раздельными.

Объединенные системы – это водопроводы, выполняющие одновременно хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные функции. Такие водопроводы устраивают в городах, поселках и на предприятиях, на технологические нужды которых требуется вода питьевого качества, а также на предприятиях, не требующих воду питьевого качества, если экономически нецелесообразно устраивать самостоятельный производственный водопровод.

Раздельную систему водоснабжения, предусматривающую наличие самостоятельных хозяйственно-питьевого, противопожарного и производственного водопроводов, устраивают довольно редко.

В зависимости от рельефа местности снабжаемой водой территории и величин требуемых свободных напоров системы водоснабжения подразделяются на однозонные и многозонные (двух-, трех- и т.д.).

В зависимости от способов транспортирования воды системы водоснабжения подразделяются на напорные и безнапорные. *Напорные* – это системы, трубопроводы которых работают полным сечением. *Безнапорные* трубопроводы работают неполным сечением. Возможность их применения зависит от разницы отметок начальной и конечной точек пути подачи воды, рельефа местности по пути подачи, расстояния подачи.

В зависимости от вида источника водоснабжения системы подразделяются на водопроводы, забирающие воду из поверхностных источников, а также на водопроводы, забирающие воду из подземных источников. Бывают смешанные системы, предусматривающие забор воды как из поверхностных, так и из подземных источников.

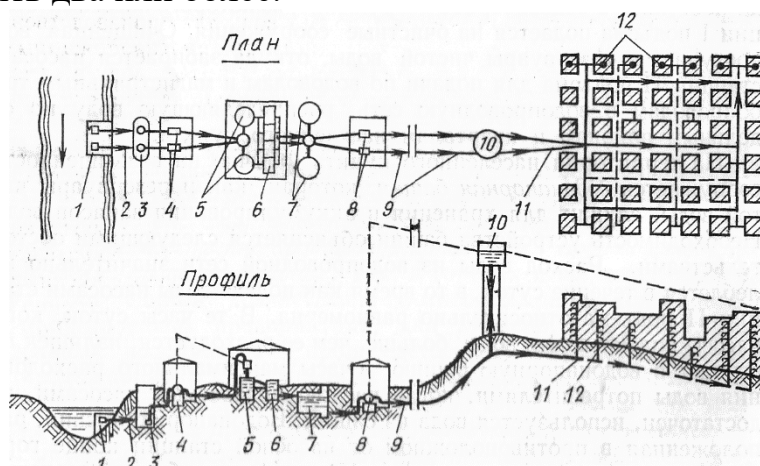
Схемы и основные элементы систем водоснабжения.

Схема водоснабжения городов и населенных пунктов определяется видом источника водоснабжения, качеством воды в нем, рельефом местности, режимом водопотребления. В общем случае система водоснабжения (см. рисунок 2.2) включает следующие сооружения.

Представленная схема водоснабжения может быть значительно упрощена, если качество воды в источнике соответствует требуемому. Тогда очистные сооружения 3, а часто и связанные с ними резервуары 4 и насосная станция II подъема 5 могут отсутствовать. Такая схема зачастую возможна при использовании артезианских вод, имеющих высокие санитарно-гигиенические качества.

При расположении источника водоснабжения выше отметок снабжаемой водой территории, создается возможность подавать воду потребителям самотеком. Таким образом, обязательными элементами любой системы водоснабжения являются водозаборные сооружения, водоводы и водопроводная сеть. Схемы водоснабжения помимо вида источников и состава

сооружений отличаются также и количеством источников водоснабжения, которых может быть два или более.



1 — водоприемник; 2 — самотечная труба; 3 — береговой колодезь; 4 — насосы станции I подъема; 5 — отстойники; 6 — фильтры; 7 — запасные резервуары чистой воды; 8 — насосы станции II подъема; 9 — водоводы; 10 — водонапорная башня; 11 — магистральные трубопроводы; 12 — распределительные трубопроводы.

Рисунок 2.2 – Схема водоснабжения населенного пункта

2.2 Нормы водопотребления и источник водоснабжения

Нормой водопотребления называют количество воды, расходуемой на определенные нужды в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления. Следует различать нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в населенных пунктах и на промышленных предприятиях.

Нормами водопотребления учтен расход воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в жилых и общественных зданиях, за исключением расхода воды для домов отдыха, санаториев и пионерских лагерей.

Выбор норм водопотребления в пределах, указанных в таблице, следует производить с учетом природно-климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства, этажности застройки, уклада жизни населения и других местных условий.

Количество воды, подаваемой для душей, определяется из условия, что часовой расход воды на одну душевую сетку составляет 500 л (продолжительность пользования душем 45 мин после окончания смены).

В населенных пунктах нормы хозяйственно-питьевого водопотребления назначают по СНиП РК 4.01.-02-2001 (СНиП 2.04.02.-84) в зависимости от степени благоустройства районов жилой застройки и климатических условий (см. таблицу 2.1).

Таблица 2.1 – Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в населенных пунктах

Степень благоустройства районов жилой застройки	Норма на одного жителя среднесуточная (за год), л/сут
Здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией, без ванн	125–160
Здания, оборудованные внутренним водопроводом, канализацией и ваннами с местными водонагревателями	160–230
Здания, оборудованные внутренним водопроводом, канализацией и системой централизованного горячего водоснабжения	230—350

Примечания: 1) Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок среднесуточную (за год) норму водопотребления на одного жителя следует принимать в пределах 30—50 л/сут.

Нормы потребления воды для производственных нужд. Многие отрасли промышленности (химическая, текстильная, металлургическая и др.) расходуют значительные количества воды. Обычно устанавливают нормы расходования воды на единицу вырабатываемой продукции (1 т металла, 1 т волокна, 1 т хлеба и т. д.). Эти нормы разрабатываются технологами соответствующих производств с учетом принятой технологии.

На промышленных предприятиях вода расходуется рабочими и служащими на хозяйственно-питьевые нужды и для душей.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления на промышленных предприятиях следует принимать согласно СНиП РК 4.01.- 02–2001.

Проектировать водоснабжение объектов надлежит по правилам, изложенным в СНиП РК 4.01.- 02–2001, на основе утвержденных схем размещения производительных сил по регионам Казахстана, а также генеральных, бассейновых и территориальных схем комплексного использования и охраны вод, генеральных планов городов и сельских населенных пунктов, генеральных планов промышленных узлов [1].

При проектировании необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем водоснабжения объектов независимо от их ведомственной принадлежности.

При этом проекты водоснабжения объектов необходимо разрабатывать, как правило, одновременно с проектами канализации и обязательным анализом баланса водопотребления и отведения сточных вод.

Качество воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно соответствовать требованиям СанПиН РК-3.01.067-97. Качество воды, подаваемой на производственные нужды, должно соответствовать технологическим требованиям с учетом его влияния на выпускаемую

продукцию и обеспечения надлежащих санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала.

Удельное среднесуточное (за год) *водопотребление* на хозяйственно-питьевые нужды населения должно приниматься в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения и качества воды, степени благоустройства, этажности застройки и местных условий. Распределение расходов воды по часам суток в населенных пунктах, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях следует принимать на основании расчетных графиков водопотребления.

Потребление воды на нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий должно определяться на основании укрупненных норм, а при их отсутствии — проектов-аналогов.

Противопожарный водопровод должен предусматриваться в населенных пунктах, на объектах народного хозяйства и, как правило, объединяться с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом.

Нормы потребления воды для тушения пожаров. Эти нормы также устанавливают по СанПиН РК-3.01.067-97. Для промышленного предприятия определяют расход воды для тушения пожаров в отдельных зданиях. За расчетный принимают наибольший расход. Расчетное число одновременных пожаров для объединенного противопожарного водопровода населенного пункта и расположенного вне населенного пункта промышленного предприятия или сельскохозяйственного производственного комплекса принимают в зависимости от площади территории предприятия и числа жителей в населенном пункте.

При нескольких промышленных предприятиях и одном населенном пункте расчетное число одновременных пожаров принимают в каждом отдельном случае по согласованию с органами Государственного пожарного надзора.

Расчетная продолжительность пожара 3 ч. В период пожара должна быть обеспечена подача расчетного расхода. Для этого устраивают резервуары неприкосновенного трехчасового запаса воды. Израсходованный неприкосновенный запас должен быть восстановлен в течение 1–2 сут.

Выбор источника водоснабжения должен быть обоснован результатами топографических, гидрологических, гидрогеологических, ихтиологических, гидрохимических, гидробиологических, гидротермических и других изысканий и санитарных обследований.

В качестве источника водоснабжения следует рассматривать водотоки (реки, каналы), водоемы (озера, водохранилища, пруды), моря, подземные воды (водоносные пласты, подрусловые, шахтные и другие воды). Для производственного водоснабжения промышленных предприятий надлежит рассматривать возможность использования очищенных сточных вод. В качестве источника водоснабжения могут быть использованы наливные водохранилища с подводом к ним воды из естественных поверхностных источников.

Выбор источника хозяйственно-питьевого водоснабжения должен производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.1.04-80. Выбор источника производственного водоснабжения следует производить с учетом требований, предъявляемых потребителями к качеству воды, технико-экономические соображения и другие факторы.

При оценке достаточности водных ресурсов поверхностных источников водоснабжения необходимо обеспечивать ниже места водоотбора гарантированный расход воды, необходимый в каждом сезоне года для удовлетворения потребностей в воде, расположенных ниже по течению населенных пунктов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, рыбного хозяйства, судоходства и других видов водопользования, а также для обеспечения санитарных требований по охране источников водоснабжения.

В случае недостаточного расхода воды в поверхностном источнике надлежит предусматривать регулирование естественного стока воды в пределах одного гидрологического года (сезонное регулирование) или многолетнего периода (многолетнее регулирование), а также переброску воды из других более многоводных поверхностных источников.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения наиболее пригодны подземные воды, так как они обладают сравнительно высоким качеством и часто не нуждаются в очистке. Перед использованием для хозяйственно-питьевого водоснабжения воду из поверхностных источников обычно подвергают очистке, а перед использованием для водоснабжения некоторых производств, не нуждающихся в высоком качестве воды, ее подвергают только простейшей очистке либо вообще не очищают.

2.3 Свойства воды и требования, предъявляемые к ее качеству

Качество воды характеризуется ее физическими, химическими и бактериологическими свойствами.

К физическим свойствам воды относятся ее температура, цветность, мутность, привкус и запах.

Температура воды поверхностных источников зависит от температуры воздуха, скорости движения воды и ряда других факторов. Она может изменяться в значительных пределах. Температура воды подземных источников относительно постоянна (обычно 6–8° С).

Под цветностью воды понимают ее окраску. Цветность выражают в градусах цветности по платиново-кобальтовой шкале. Один градус этой шкалы соответствует цвету 1 л воды, окрашенной 1 мг порошка платины.

Мутность определяется содержанием в воде взвешенных частиц и выражается в миллиграммах на литр (мг/л). К примеру, подземные источники имеют малую мутность. Мутность воды поверхностных источников зависит от их вида (разные реки несут воды различной мутности) и от времени года. Особенно велика мутность воды в период паводков.

Вода источников может иметь различные привкус и запах.

Химические свойства воды характеризуются следующими показателями: активной реакцией, жесткостью, окисляемостью, содержанием растворенных солей.

Активная реакция воды определяется концентрацией водородных ионов. Обычно она выражается через рН. При рН = 7 среда нейтральная; при рН < 7 среда кислая, а при рН > 7 среда щелочная.

Жесткость воды определяется содержанием в ней солей кальция и магния. Она выражается в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л). Различают жесткость карбонатную, некарбонатную и общую (их сумма). Карбонатная, или временная, жесткость характеризует содержание в воде бикарбонатных и карбонатных солей кальция, а некарбонатная, или постоянная, жесткость — содержание в воде некарбонатных солей кальция и магния. Вода подземных источников имеет большую жесткость, а вода поверхностных источников — относительно невысокую (3–6 мг-экв/л). Особенно велика жесткость морской воды.

Окисляемость обуславливается содержанием в воде растворенных органических веществ и может служить показателем загрязненности источника сточными водами.

Содержание в воде растворенных солей (в мг/л) характеризуется плотным остатком. Вода поверхностных источников имеет меньший плотный остаток, чем вода подземных источников, т. е. содержит меньше растворенных солей.

Степень бактериологической загрязненности воды определяется числом бактерий, содержащихся в 1 см³ воды. Вода поверхностных источников содержит бактерии, внесенные сточными и дождевыми водами, животными и т. д. Вода подземных источников обычно не загрязнена бактериями.

Различают патогенные (болезнетворные) и сапрофитные бактерии. Для оценки степени загрязненности воды патогенными бактериями определяют содержание в ней кишечной палочки. Бактериальное загрязнение воды измеряют коли-титром и коли-индексом. Коли-титр — объем воды в кубических сантиметрах, в котором содержится одна кишечная палочка. Коли-индекс — число кишечных палочек, содержащихся в 1 л воды.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды, определяются ГОСТ 2874—73. Эти требования разделены на две группы.

Требования первой группы обязательны для всех хозяйственно-питьевых систем централизованного водоснабжения. К этим требованиям относятся следующие: запах и привкус не более 2 баллов; цветность не более 20°; прозрачность по шрифту не менее 30 см; общая жесткость воды не более 10 мг-экв/л.

Требования второй группы должны соблюдаться при наличии в системе водоснабжения очистных сооружений. Эти требования заключаются в следующем: мутность осветленной воды не более 2 мг/л; содержание железа не более 0,3 мг/л; активная реакция (рН) при осветлении и умягчении воды не

менее 6,5 и не более 9,5; содержание остаточного активного хлора не менее 0,3 и не более 0,5 мг/л.

Требования, предъявляемые к качеству производственной воды, зависят от характера производства. На ряде промышленных предприятий значительный процент производственной воды расходуется на охлаждение оборудования и продукции. Так, водой охлаждаются доменные и мартеновские печи, компрессоры, турбины и т. п. В охлаждающей воде не должно содержаться много взвешенных частиц. Она должна иметь невысокую карбонатную жесткость (не более 4—5 мг-экв/л). Во избежание зарастания трубопроводов из-за выпадения солей временной жесткости охлаждающая вода не должна нагреваться выше 30—50 °С. Зарастание трубопроводов могут вызвать и микроорганизмы при значительном их содержании в охлаждающей воде. Вода, предназначенная для питания котлов, должна иметь минимальную жесткость. Для снижения жесткости воду подвергают умягчению.

2.4 Улучшение качества природных вод

Метод очистки воды и состав очистных сооружений зависят от качества воды в источнике водоснабжения, назначения водопровода, производительности станции и местных условий. К наиболее распространенным методам очистки воды относятся осветление и обеззараживание.

Осветление может осуществляться отстаиванием воды в отстойниках, пропуском ее через взвешенный слой осадка в осветлителях и фильтрованием через зернистую загрузку в фильтрах. Для улучшения процесса отстаивания применяют коагулирование, т. е. вводят в воду химические реагенты (коагулянты), которые, взаимодействуя с мельчайшими коллоидными частицами, находящимися в воде, образуют агрегаты слипшихся частиц в виде хлопьев, быстро выпадающих в осадок.

Приготовление и дозирование реагента осуществляют на установках, входящих в состав так называемого реагентного хозяйства. Раствор коагулянта тщательно перемешивается с обрабатываемой водой в смесителе.

Из смесителя вода направляется в камеру хлопьеобразования, а затем поступает в отстойник, где происходит ее осветление, т. е. выпадение хлопьев с адсорбированными на них взвешенными частицами. Если применяются осветлители со взвешенным осадком, то камера хлопьеобразования не устраивается. Выбор сооружений по осветлению осуществляется согласно таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Выбор сооружений по осветлению

Основные сооружения	Условия применения				Производительность станции, м ³ /сут
	Мутность, мг/л		Цветность, град.		
	Исходная вода	Очищенная вода	Исходная вода	Очищенная вода	
Обработка воды с применением коагулянтов и флокулянтов					
1. Скорые фильтры (одноступенчатое фильтрование)					
а) напорные	до 30	до 15	до 50	до 20	до 5000
б) открытые	до 20	1,5	до 50	до 20	до 50000
2. Вертикальные отстойники – скорые фильтры	до 1500	до 1,5	до 120	до 20	до 5000
3. Горизонтальные отстойники – скорые фильтры	до 1500	до 1,5	до 120	до 20	св. 30000
4. Контактные профильтры – скорые фильтры (двухступенчатое фильтрование)	до 300	до 1,5	до 120	до 20	любая
5. Осветлители со взвешенным осадком – скорые фильтры	≤ 200 до 1500	до 1,5	до 120	до 20	св. 5000
6. Две ступени отстойников – скорые фильтры	более 1500	до 1,5	до 120	до 20	любая
7. Контактные осветлители	до 120	до 1,5	до 120	до 20	любая
8. Горизонтальные, радиальные отстойники и осветлители со взвешенным осадком для частичного осветления воды	до 1500	8-15	до 120	до 20	любая
9. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	до 80	до 10	до 120	до 20	любая
10. Радиальные отстойники для предварительного осветления высокомутных вод	св.1500-15000	250-1500	до 120	до 20	любая
11. Трубчатый отстойник и напорный фильтр заводского изготовления (типа “Струя”)	до 1000	до 1,5	до 120	до 20	до 800
Обработка воды без применения коагулянтов и флокулянтов					
12. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	до 150	30-50 % исходной	до 120	такая как исходная	любая
13. Радиальные отстойники для частичного осветления воды	более 1500	30-50 % исходной	до 120	то же	любая
14. Медленные фильтры с механической или гидравлической регенерацией песка	до 1500	1,5	до 50	до 20	любая

Обеззараживание воды осуществляют с целью уничтожения бактерий, главным образом патогенных. Наиболее распространенными способами обеззараживания являются хлорирование, озонирование и бактерицидное облучение.

Иногда применяется *специальная обработка воды*. Так, подземные воды, которые содержат много железа и марганца, подвергаются обезжелезиванию и удалению марганца. Питательная вода котельных установок и ТЭЦ требует предварительного умягчения. Вода некоторых источников водоснабжения должна быть до подачи ее потребителям обессолена, т. е. из воды должны быть удалены растворенные в ней соли. Иногда из воды в процессе ее очистки необходимо удалять растворенные газы, т. е. проводить ее дегазацию.

Для предотвращения коррозии трубопроводов и аппаратуры, а также выпадения в трубах солей осуществляют стабилизацию воды путем добавления в нее химических реагентов.

Таким образом, очистная станция представляет собой комплекс сооружений, в которых вода подвергается очистке, приобретая качества и свойства, необходимые потребителю.

Очистные сооружения, как правило, располагают так, чтобы вода могла передаваться из одного сооружения в другое самотеком.

Коагулирование и отстаивание воды. Для укрупнения мелкодисперсных и коллоидных частиц с целью увеличения скорости их осаждения и способности задерживаться пористыми фильтрующими материалами применяют коагулирование.

Коллоидные частицы, обладая электрическим зарядом, взаимно отталкиваются, что препятствует их укрупнению. Для устранения этого препятствия в обрабатываемую воду, содержащую обычно отрицательно заряженные коллоидные частицы, вводят коагулянты, образующие положительно заряженные коллоиды. Взаимодействие тех и других коллоидных частиц приводит к нейтрализации их зарядов и образованию более крупных частиц в виде хлопьев. В качестве коагулянтов чаще всего применяют сернокислый алюминий (сернокислый глинозем), сернокислое железо закисное (железный купорос), сернокислое железо окисное, хлорное железо.

В результате гидролиза этих солей образуются гидраты окисей алюминия или железа, представляющие собой обычно положительно заряженные коллоиды. Образующиеся при гидролизе водородные ионы связываются присутствующими в воде бикарбонатными ионами. Если содержащихся в воде бикарбонатных ионов недостаточно, то для связывания выделяющихся при коагуляции ионов водорода к воде добавляют известь, соду или едкий натр. Доза коагулянта зависит от мутности и цветности воды и для природных вод обычно составляет примерно 20—50 мг/л.

Реагентное хозяйство. Реагентное хозяйство служит для приготовления и дозирования раствора реагента и состоит из одного затворного бака, двух расходных и одного дозирочного бачка. Наибольшее распространение имеет мокрый способ дозирования реагентов. При этом комья коагулянта загружают в растворный бак с водой, откуда после растворения коагулянт поступает в расходные баки, в которых готовится раствор определенной концентрации. Этот раствор направляется в дозирочный бачок, а из него

подается в обрабатываемую воду. Обычно устанавливают два растворных бака, работающих попеременно.

Для ускорения процесса растворения коагулянта в растворный бак подают сжатый воздух или пар или же применяют механические мешалки.

Для ускорения процесса коагуляции в воду вводят флокулянты — полиакриламид или активную кремнекислоту.

Расчет реагентного хозяйства заключается в определении размеров баков. Определяется суточный расход коагулянта в т/сут:

$$m = \frac{q_{\text{час}} \cdot a \cdot T_{\text{HCL}}}{1000 \cdot 1000}, \quad (2.2)$$

где a — доза коагулянта, которая определяется в зависимости от мутности воды в источнике;

$q_{\text{час}}$ — часовая производительность насосной станции первого подъема ($\text{м}^3/\text{час}$);

T_{HCL} — время работы насосной станции первого подъема, $T_{\text{HCL}} = 24$ часа.

Объем затворного бака определяется по формуле в м^3 :

$$W_3 = \frac{m \cdot 100}{b \cdot n \cdot \gamma}, \quad (2.3)$$

где b — крепость раствора коагулянта, $b = 1 - 15$ %;

n — количество приготовлений раствора в сутки, $n = 1 - 3$;

γ — объемный вес раствора, $\gamma = 1$ т/ м^3 .

Баки реагентного хозяйства цилиндрической формы имеют:

$$D = 1.24 \sqrt{W_3}; \quad H = \frac{2}{3} D_3. \quad (2.4)$$

Объем дозирочного бака принимается равным 20 л.

Смесители. Для равномерного перемешивания коагулянта со всей массой воды служат смесители. Наибольшее распространение получили перегородчатые, дырчатые и вихревые смесители.

Перегордчатый смеситель — это лоток с тремя вертикальными поперечными перегородками, имеющими попеременно центральные и боковые проходы. Перемешивание коагулянта с водой происходит в результате интенсивных завихрений потока.

В дырчатом смесителе перемешивание осуществляется под воздействием завихрений, образующихся при проходе воды через отверстия в поперечных перегородках.

В вертикальном (вихревом) смесителе перемешивание осуществляется вследствие турбулизации вертикального потока. Смеситель может быть квадратного или круглого сечения в плане с пирамидальной или конической нижней частью.

Допускается смешивать реагенты с водой в трубопроводах и насосах, подающих воду на очистные сооружения.

Камеры хлопьеобразования. В этих камерах происходит образование хлопьев в процессе плавного перемешивания обрабатываемой воды с раствором коагулянта. Вода в камере в течение 10—40 мин. постепенно перемещается от места впуска до выпуска. Скорость движения воды в камере должна быть такой, чтобы хлопья в ней не выпадали и не разбивались.

По принципу действия камеры реакции классифицируют на гидравлические и механические. Из камер гидравлического типа предпочтение отдают водоворотным, вихревым, перегородчатым.

Все камеры, кроме перегородчатых, встраивают в отстойники. Конструкцию камеры реакции следует выбирать исходя из качества исходной воды и типа отстойника.

Водоворотная камера реакции совмещается с вертикальным отстойником и располагается в центральной части. Вода распределяется в верхней части камеры соплом, расположенном на расстоянии 0,2 диаметра камеры от стенки, на глубине 0,5 м от поверхности воды. Выходя из сопла со скоростью 2–3 м/сек, вода приобретает вращательное движение вдоль ее стенок и движется сверху вниз. На выходе из камеры скорость движения воды 4–5 м/сек.

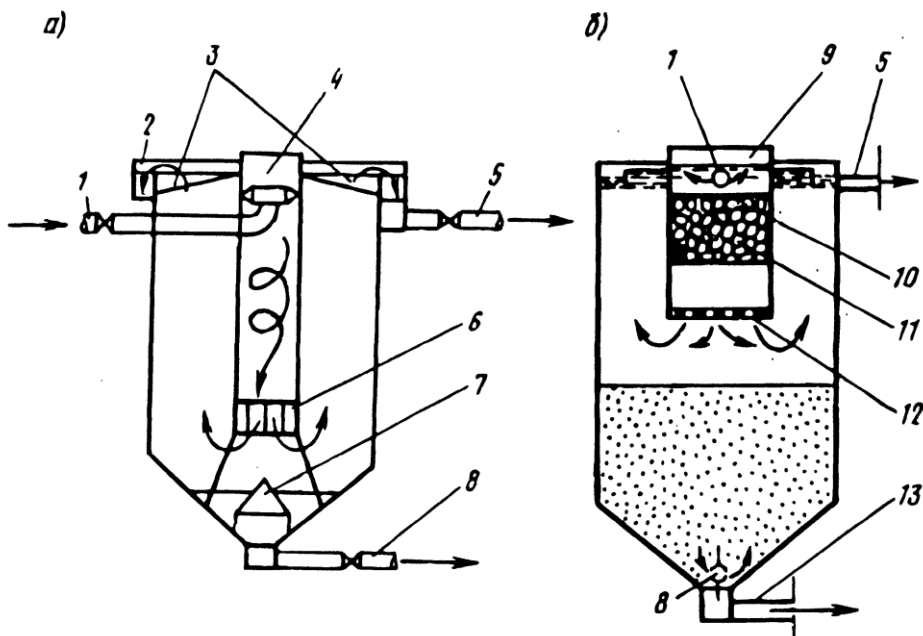
На рисунке 2.3 представлена водоворотная (а) и контактная (б) камеры хлопьеобразования, совмещённые с вертикальным отстойником.

Для гашения вращательного движения воды при ее переходе в отстойник внизу камеры устанавливают гаситель в виде решетки высотой 0,8 м с ячейками 0,5×0,5 м, время пребывания воды в камере принимают 15–20 мин, а ее высоту – 3,5–4 м.

Перегородчатая камера представляет собой железобетонный резервуар, разделенный продольными перегородками на коридоры. Вода проходит по этим коридорам со скоростью 0,2—0,3 м/с. Число рабочих коридоров может меняться в зависимости от мутности воды.

Отстаивание – осаждение взвеси из воды, находящейся в покое.

Практически при очистке воды применяется непрерывное отстаивание (неудобно периодически наполнять и опорожнять отстойники), при котором вода с малыми скоростями непрерывно проходит через отстойники, где выпадает взвесь.



1, 5 – подача исходной и отвод осветлённой воды; 2 – кольцевой водосборный лоток; 3 – радиальные лотки; 4,9 – водоворотная и контактная камеры хлопьеобразования; 6 – гаситель; 7 – конус-отражатель; 8 – сброс осадка; 10, 12 – верхняя и нижняя решетки; 11 – вспененный полистирол; 13 – сброс осадка.

Рисунок 2.3 – Водоворотная (а) и контактная (б) камеры хлопьеобразования, совмещённые с вертикальным отстойником

Практическое применение в настоящее время находят три типа отстойников, различаемых по направлению движения воды в них: горизонтальные, вертикальные и радиальные, а также осветлители со взвешенным осадком.

Отстойники. Процесс отстаивания основан на том, что при малых скоростях движения воды взвешенные в ней частицы под действием силы тяжести осаждаются на дно. Скорость осаждения частиц зависит от их размеров, формы, удельного веса и температуры воды.

Источники водоснабжения характеризуются различным содержанием в воде взвешенных частиц, т. е. имеют разную мутность. В связи с этим продолжительность отстаивания воды будет различной.

Осветляемая вода может двигаться в отстойнике в горизонтальном, вертикальном или радиальном направлении. В зависимости от направления потока различают отстойники горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Горизонтальные отстойники применяют на очистных станциях производительностью более 30 000 м³/сут.

В горизонтальном отстойнике, представляющем собой прямоугольный резервуар, вода поступает с торца и движется вдоль длинной стороны резервуара.

Горизонтальный отстойник (см. рисунок 2.4) представляет собой бассейн прямоугольной формы в плане. Вода втекает в один конец отстойника и с малой скоростью движется в отстойнике. Частицы взвеси оседают на дно, а осветленная вода вытекает из отстойника с другой стороны. Относительно равномерное движение воды по всему поперечному сечению отстойника достигается устройством дырчатых перегородок, водосливов, распределительных и сборных желобов.

Для равномерного отвода воды из отстойника на расстоянии 1—2 м перед задней торцевой стенкой устанавливают дырчатую перегородку. Нижнюю часть перегородки на 0,3—0,5 м выше зоны накопления и уплотнения осадка делают сплошной (без отверстий).

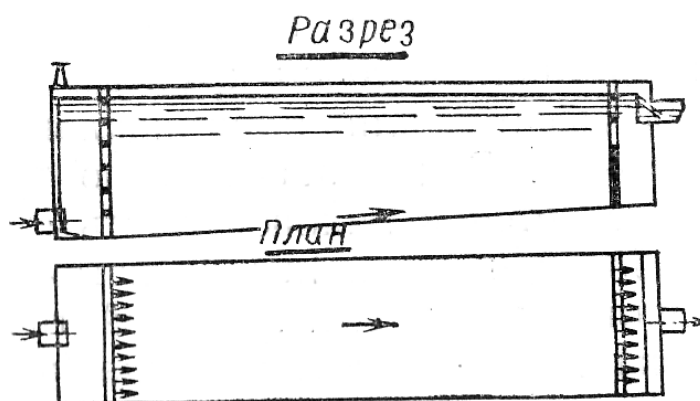


Рисунок 2.4 – Горизонтальный отстойник

Глубина зоны осаждения принимается равной 2,5—3,5 м, а ширина секции отстойника — не более 6 м.

Днище горизонтальных отстойников имеет уклон к приемке для осадка, расположенному в начале отстойника. Осадок, накапливающийся в отстойнике, периодически удаляют механизированным или гидравлическим способом.

При горизонтальных отстойниках следует предусматривать камеры хлопьеобразования перегородчатого или вертикального типа со слоем взвешенного осадка или без него.

В последние годы находят распространение горизонтальные отстойники с рассредоточенным по площади сбором воды через затопленные отверстия.

Вертикальные отстойники, устраиваемые на малых очистных станциях производительностью до 3000 м³/сут, представляют собой круглый или квадратный в плане резервуар с коническим или пирамидальным днищем с углом наклона стенок 50—70°. Вода поступает по трубопроводу в центральную трубу, опускается в нижнюю часть отстойника, затем поднимается в его рабочей части и переливается через водослив в круговой лоток. Иногда вместо центральной трубы устраивают камеру хлопьеобразования водоворотного типа

(см. рисунок 2.5). В эту камеру вода поступает через сопла, из которых она выходит по касательной, создавая вращательное движение в камере.

В нижней части камеры устанавливают решетки из щитов для гашения вращательного движения воды.

Осветление происходит при условии, что скорость восходящего потока воды меньше скорости осаждения взвешенных частиц. Тогда эти частицы выпадают на дно. Осадок периодически удаляется самотеком по иловой трубе без прекращения работы отстойника.

Скорость восходящего потока воды v принимают в пределах 0,5—0,75 мм/с. Диаметр отстойника не должен превышать 10 м, а отношение диаметра вертикального отстойника к высоте зоны осаждения должно быть не больше 1,5. Если диаметр отстойника превышает 4 м, то кроме кругового лотка устраивают радиальные желоба.

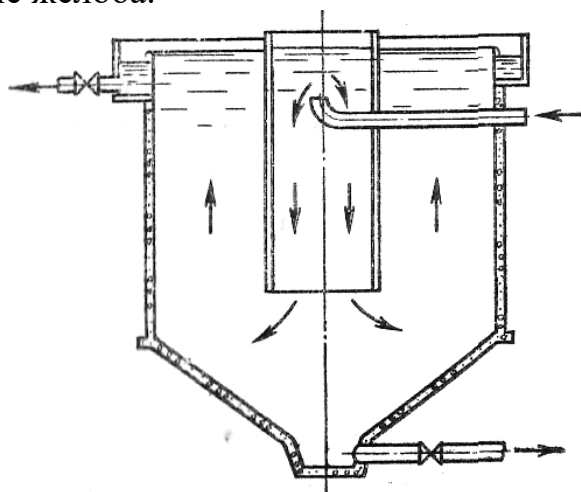


Рисунок 2.5 – Вертикальный отстойник

Число отстойников на очистной станции должно быть не менее двух.

Площадь поперечного сечения вертикального отстойника складывается из площади зоны осаждения и площади камеры хлопьеобразования.

Площадь камеры хлопьеобразования определяется из расчета пребывания воды в ней в течение 15—20 мин. Высота камеры назначается в пределах 3,5—4,5 м.

Движение воды в камере сверху вниз. В камере происходит реакция по образованию хлопьев. Время реакции $t_p = 15 \div 20$ мин. Вода через гасители поступает в зону осаждения отстойника, происходит медленное движение воды снизу вверх и через желоб отвод. Осадок накапливается в нижней части отстойника и периодически удаляется. Частицы выпадают в осадок во время восходящего движения воды в отстойнике. Скорость движения воды должна быть меньше скорости выпадения частиц (в неподвижной воде). При коагулировании частицы укрупняются и следовательно скорость выпадения их увеличивается и поэтому достаточно скорость восходящего потока принимать $V_{восх} = 0,4 \div 0,6$ мм/с. Задаваясь $V_{восх}$, определяем основные размеры отстойника:

$$\omega = \frac{Q}{V_{\text{осх}}} \quad (2.5)$$

$$H = V_{\text{осх}} \cdot T, \quad (2.6)$$

где T – время пребывания воды в отстойнике, $T = 2 - 3$ часа;

$H = 4 \div 5$ м, рекомендуется принимать отношение $\frac{D}{H} < 1,5$.

Высота камеры хлопьеобразования:

$$H_{\text{к.р.}} = (0,8 \div 0,9) H. \quad (2.7)$$

Объем камеры реакции:

$$W_{\text{к.р.}} = \frac{Q \cdot t_p}{60}, \quad (2.8)$$

где Q – расход в м³/час.

Площадь поперечного сечения:

$$\omega_{\text{к.р.}} = \frac{W_{\text{к.р.}}}{h_{\text{к.р.}}}. \quad (2.9)$$

Осадочная часть отстойников должна иметь наклонные стенки под углом 70–80 градусов.

Вертикальные отстойники рекомендуются для станций небольшой производительности – до 5000 м³/сут.

Радиальные отстойники применяют преимущественно в промышленных системах водоснабжения на очистных станциях большой производительности при высоком содержании в воде взвешенных частиц.

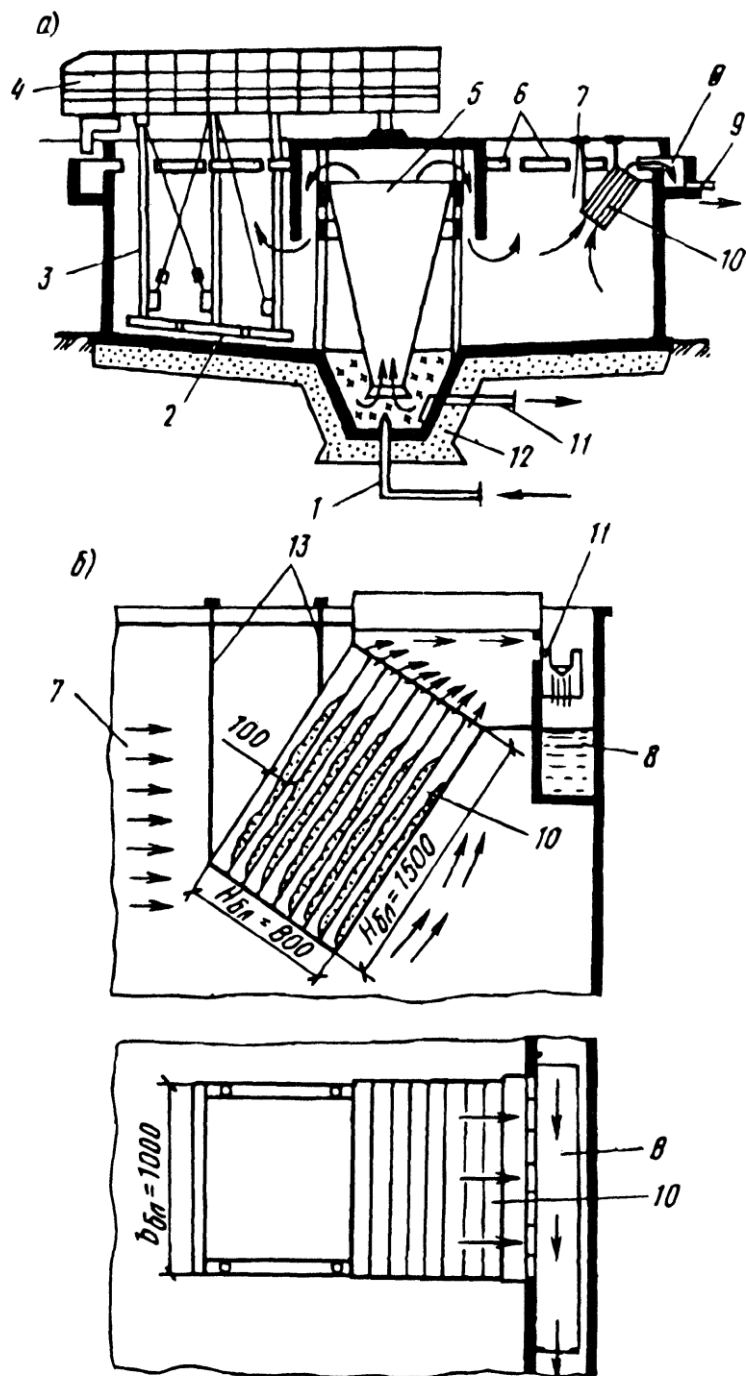
В этих отстойниках вода подается в центр, а затем движется в радиальном направлении и сливается в периферийный сборный желоб, из которого отводится по трубе.

Как и в отстойниках других типов осветление здесь происходит вследствие создания малых скоростей движения, при которых взвешенные частицы выпадают на дно.

Радиальные отстойники имеют диаметр 20–60 м, глубину 3–5 м в центре и 1,5–3 м на периферии.

Преимущество этих отстойников состоит в том, что их конструкция позволяет осуществлять постоянное удаление осадка механизированным способом без прекращения работы отстойников.

На рисунке 2.6 показан радиальный отстойник с рециркуляцией осадка (а) и тонкоструйными модулями (б).



1, 9 – подача исходной и отвод осветлённой воды; 2 – скребки; 3 – вращающаяся ферма; 5 – рециркулятор; 6 – водоотводные окна; 7 – зона осветления воды; 8 – кольцевой водосборный лоток; 10 – тонкослойные блоки; 11 – удаление осадка; 12 – осадкосборник; 13 – крепление блоков.

Рисунок 2.6 – Радиальный отстойник с рециркуляцией осадка (а) и тонкоструйными модулями (б)

Сточные воды поступают в отстойник по центральной трубе, а осветленные отводятся по кольцевому лотку. Осадок сгребается к центру отстойника скребками, подвешенными к ферме.

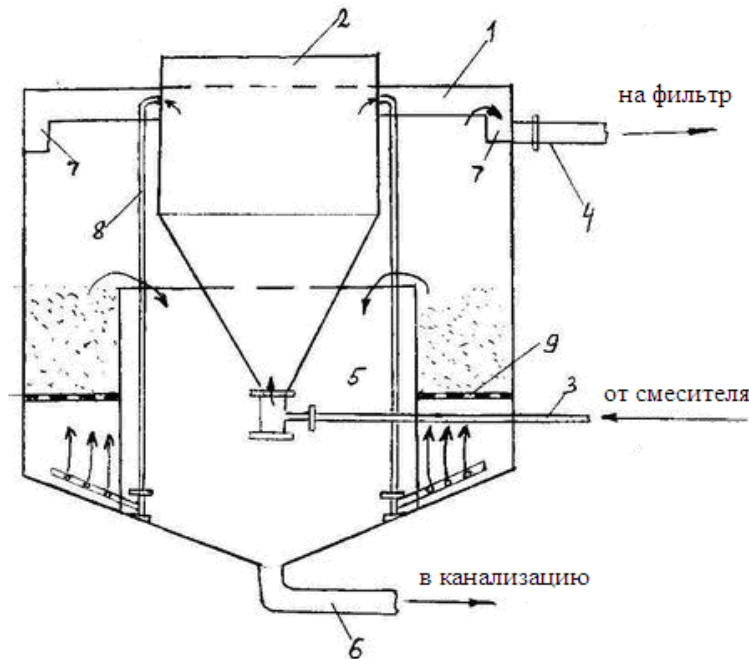
В центре отстойника устраивается приямок для сбора осадка. Удаление осадка осуществляется с помощью насосов.

На этом принципе работают сооружения, называемые *осветлителями со взвешенным осадком* (см. рисунок 2.7).

Осветлители при равных объемах имеют более высокую производительность, чем отстойники, и требуют меньшего расхода коагулянта.

Для удаления воздуха, пузырьки которого могут взмучивать взвешенный осадок в осветлителе, воду предварительно направляют в воздухоотделитель. При осветлении в слое взвешенного осадка камера реакции вихревого типа располагается в средней части осветлителя.

Высоту слоя взвешенного осадка следует принимать 2–2,5 м, высоту зоны осветления (от взвешенного осадка до уровня воды) надлежит принимать 2–2,5 м.



1 – осветлитель; 2 – камера реакции; 3 – труба, подающая воду в камеру реакции; 4 – вывод осветленной воды; 5 – зона накопления осадка; 6 – удаление осадка; 7 – желоб, собирающий осветленную воду; 8 – трубы, подающие воду из камеры реакции в нижнюю часть осветлителя; 9 – дырчатое дно.

Рисунок 2.7 – Осветление воды в слое взвешенного осадка

Площадь зоны осветления определяется по формуле в (м²):

$$F_{осв.} = \frac{K_{р.в.} \cdot q}{3,6V_{осв.}}, \quad (2.10)$$

где $K_{p.в.}$ – коэффициент распределения воды между зонами осветления и отделения осадка, $K_{p.в.} = 0,6 \div 0,8$ м;

$V_{осв.}$ - скорость восходящего потока воды в зоне осветления, мм/сек;

$V_{осв.} = 0,4 \div 1,2$ мм/сек.

После камеры реакции по специальным трубам (8) вода подается в нижнюю часть осветлителя, через дырчатое дно (9) вода поднимается и проходит через слой взвешенного осадка. При этом вода поднимается до уровня, где скорость выпадения взвеси (гидравлическая крупность) и скорость движения воды совпадают. Осветленная вода поднимается к специальному желобу (7), от которого по трубе (4) поступает на скорый фильтр. Процесс выпадения взвешенных веществ продолжается до поступления в желоб.

Осветление в слое взвешенного осадка применяется при мутности воды $200 \div 1500$ мг/л и производительности очистной станции свыше 5000 м³/сут. В настоящее время осветлители со взвешенным осадком применяются кроме осветления воды для умягчения и обесцвечивания.

Обычно после осветления воды в отстойниках или осветлителях ее фильтруют. Для *фильтрования* воду пропускают через слой мелкозернистого фильтрующего материала, задерживающего содержащиеся в ней частицы мелкой взвеси. В качестве фильтрующего материала применяют кварцевый песок, гравий, дробленый антрацит и другие материалы.

Различают *скорые*, *сверхскоростные* и *медленные* фильтры. Скорые фильтры применяют при коагулировании воды, медленные — при обработке воды без коагулирования, сверхскоростные могут работать с коагулированием воды и без него.

Фильтры бывают *открытые* (безнапорные) и *напорные* (закрытые). Скорые фильтры чаще всего бывают открытые, сверхскоростные – всегда напорные, медленные – всегда открытые. Движение воды через безнапорные, или самотечные фильтры, заполненные до определенной отметки фильтрующей загрузкой, происходит под напором, создаваемым разностью отметок уровней воды в фильтре и на выходе из него. Движение воды через слой фильтрующей загрузки напорных фильтров происходит под напором, создаваемым насосами.

Скорые фильтры. Скорый фильтр представляет собой загруженный фильтрующим материалом резервуар, снабженный устройствами для подачи воды, сбора профильтрованной воды и промывки загрузки.

Необходимость в промывке загрузки объясняется тем, что в процессе работы фильтр постепенно засоряется и его гидравлическое сопротивление увеличивается. Промывку производят чистой водой в направлении снизу вверх. Частота промывки фильтра зависит от качества сырой воды и обычно не превышает 1—2 раз в сутки.

По конструкции различают открытые скорые фильтры *однопоточные* с движением воды только сверху вниз и *двухпоточные* — с одновременным

движением воды сверху вниз и снизу вверх. Одноточные фильтры могут иметь загрузку из однородного фильтрующего материала или из различных материалов — двух- или многослойные фильтры.

Выбор той или иной системы фильтров определяется технологическими и технико-экономическими показателями.

Толщина фильтрующей загрузки зависит от крупности слагающих ее зерен песка и принимается в пределах 0,7—2 м. При этом расчетные скорости фильтрования при нормальном режиме составляют 5,5—10 м/ч.

В последние годы стали применять двухслойные фильтры, загружаемые сверху на высоту 400—500 мм дробленным антрацитом, а ниже на высоту 600—700 мм кварцевым песком. Такие фильтры обладают большей грязеемкостью, чем фильтры, загруженные только песком. Производительность двухслойного фильтра почти в 2 раза больше производительности однослойного.

Поддерживающий гравийный слой устраивают высотой 650 мм из частиц крупностью от 2 до 40 мм. Крупность загрузки увеличивается сверху вниз. Гравийный слой служит для предотвращения вымывания фильтрующего материала.

Промывку фильтров проводят со скоростью, в 7—10 раз большей скорости фильтрования. Продолжительность промывки 5—8 мин.

Крупнозернистые скорые фильтры применяют для частичного осветления воды, используемой для технических целей на промышленных предприятиях. Эти фильтры бывают напорные и открытые. Для загрузки фильтров чаще всего применяют кварцевый песок крупностью 1—2,5 мм. Высота слоя загрузки 1,5—3 м. Скорость фильтрования 10—15 м/ч. Промывку крупнозернистых фильтров производят водой и воздухом в такой последовательности: 1) взрыхление фильтрующей загрузки водой; 2) водовоздушная промывка; 3) отмывка водой. Интенсивность промывки водой 6—8 л/ (с • м²), воздухом — 15—25 л/ (с • м²).

Сверхскоростные фильтры по конструкции бывают вертикальные и горизонтальные. Поддерживающий гравийный слой в этих фильтрах не устраивают. В нижней части фильтра располагают трубы для промывки и продувки его воздухом. Наибольшее распространение получили вертикальные фильтры. Скорости фильтрования в таких фильтрах 25—100 м/ч. Применяют их для частичного осветления воды. Работа фильтров, регулирование скорости фильтрования и промывка фильтров автоматизированы. Для очистных станций большой производительности применяют горизонтальные фильтры, имеющие большую площадь фильтрования по сравнению с вертикальными. Потери напора в фильтрах достигают 10 м.

Медленные фильтры. Медленные фильтры применяют на очистных станциях малой производительности. По способу регенерации загрузки эти фильтры бывают двух типов: 1) с удалением загрязненного слоя; 2) с отмывкой загрязненного слоя непосредственно в фильтре путем механического рыхления слоя и гидравлического удаления загрязнений. Высоту слоя загрузки песка крупностью 0,3—2 мм принимают равной 850 мм и гравия крупностью 2—40

мм — равной 450 мм. При регенерации с отмывкой загрузки непосредственно в фильтре ширина секции фильтров должна быть не более 6 м, длина — не более 60 м. Слой воды над поверхностью загрузки равен 1,5 м. Скорость фильтрования для медленных фильтров составляет 0,1—0,2 м/ч.

Контактные осветлители представляют собой сооружения комбинированного типа. В них совмещаются процессы хлопьеобразования, отстаивания и фильтрования. Это позволяет значительно уменьшить объем сооружений. Принцип работы контактного осветлителя состоит в том, что при фильтровании воды через слой зернистой загрузки на поверхности слагающих ее зерен сорбируются взвешенные и коллоидные частицы.

Движение воды в контактных осветлителях происходит снизу вверх. Скорость фильтрования 4—5 м/ч. Для загрузки осветлителей применяют гравий и кварцевый песок. Гравийный поддерживающий слой имеет крупность зерен 2—32 мм и высоту 350—500 мм. Высота фильтрующего слоя песка 2000—2300 мм при эквивалентном диаметре зерен 0,7—2 мм.

Загрузку промывают восходящим потоком воды и воздуха. Для равномерного распределения воды и воздуха применяют трубчатую распределительную систему большого сопротивления с поддерживающим гравийным слоем или без него. Режим водовоздушной промывки назначают следующий: 1) продувка 1—1,5 мин; 2) совместная промывка водой и воздухом в течение 6—7 мин с интенсивностью подачи воды 2—3 л/ (с • м²);

3) последующая промывка водой с интенсивностью 6—7 л/ (с • м²) в течение 4—6 мин.

Контактные осветлители могут работать с постоянной скоростью фильтрования в период рабочего цикла и с переменной скоростью, убывающей к концу цикла.

Обеззараживание воды.

Вода поверхностных источников, как правило, содержит болезнетворные бактерии. В результате отстаивания и фильтрования из воды удаляется до 95% бактерий. Для уничтожения оставшихся бактерий воду обеззараживают. С этой целью используют жидкий хлор, гипохлорит натрия, растворы гипохлоритов, полученные электролитическим путем, озон, двуокись хлора и бактерицидное облучение. Воду в хозяйственно-питьевых водопроводах, питающихся из подземных источников, обеззараживают в случае возможного попадания в эти источники болезнетворных бактерий.

Хлорирование.

Наиболее распространенным методом обеззараживания является хлорирование. Для хлорирования используют хлорную известь или газообразный хлор.

Хлорную известь применяют при малых расходах воды. При введении в воду хлорная известь распадается на гипохлорит кальция и хлористый кальций. Гипохлорит кальция реагирует с углекислотой или бикарбонатами кальция, находящимися в воде, образуя хлорноватистую кислоту, которая легко

распадается с образованием атомарного кислорода, оказывающего бактерицидное действие.

При введении в воду газообразного хлора образуются хлорноватистая и соляная кислоты. Хлорноватистая кислота распадается с выделением атомарного кислорода.

Необходимый эффект хлорирования достигается в результате хорошего перемешивания и 30-минутного контакта хлора с водой. Такой контакт происходит в контактном резервуаре или в трубопроводе, подающем воду потребителям.

Вода, поступающая к потребителям, должна содержать в 1 л 0,3—0,5 мг хлора (так называемый остаточный хлор), что свидетельствует о достаточности введенной дозы хлора для полного обеззараживания воды. На 1 л фильтрованной воды вводят 2—3 мг хлора, а на 1 л нефильтрованной речной воды — до 6 мг хлора.

Обычно применяют двойное хлорирование, добавляя хлор перед отстаиванием и после фильтрования.

Для дозирования хлора служат хлораторы. По принципу работы их делят на вакуумные и напорные. Напорные хлораторы имеют тот недостаток, что в них газообразный хлор находится под давлением выше атмосферного и поэтому возможны утечки газа, который очень ядовит. Вакуумные хлораторы не имеют этого недостатка.

Хлор доставляют на станцию в сжиженном виде в баллонах. Из этих баллонов хлор переливают в промежуточный баллон, где он переходит в газообразное состояние. Газ поступает в хлоратор. Здесь он растворяется в водопроводной воде, образуя хлорную воду, которая вводится в трубопровод, транспортирующий воду, предназначенную для хлорирования.

При повышении дозы хлора в воде остается неприятный запах. Такую воду необходимо дехлорировать. Для предотвращения образования хлорфенольного запаха на станциях в воду подают газообразный аммиак.

Для приготовления гипохлорита натрия электролитическим способом непосредственно на очистных сооружениях служат электролизеры с графитовыми пластинчатыми или засыпными магнетитовыми электродами. Электролизеры должны располагаться в изолированном помещении.

Озонирование.

Сущность процесса обеззараживания воды озоном заключается в окислении бактерий атомарным кислородом, образующимся при распаде озона. Озон одновременно уменьшает цветность, запахи и привкусы воды.

Для обеззараживания 1 л воды подземных источников требуется 0,75—1 мг озона, а для 1 л фильтрованной воды поверхностных источников 1—3 мг озона.

Озон в виде озono-воздушной смеси получают в электрических озонаторах из кислорода воздуха. В состав озонаторной установки входят сооружения для синтеза озона и для смешения озона с водой. Подготовка воздуха для синтеза состоит в задержании взвешенных частиц на фильтре,

осушке воздуха в адсорберах с силикагелем или алюмогелем. Подготовленный воздух направляется в озонаторы.

Перемешивание полученной озono-воздушной смеси с водой производится барботированием в колоннах, резервуарах. Применяют для этого также эжекторы-смесители и механические мешалки.

Бактерицидное облучение.

Этот метод обеззараживания воды осуществляется с использованием ультрафиолетовых лучей, обладающих бактерицидными свойствами. Применяют его для обеззараживания небольших расходов воды подземных источников, а также фильтрованной воды поверхностных источников. В качестве источников излучения служат ртутно-кварцевые лампы высокого или низкого давления.

Эффект обеззараживания зависит от продолжительности и интенсивности излучения. Различают напорные бактерицидные установки, располагаемые на напорных или всасывающих трубопроводах, и безнапорные, устанавливаемые на горизонтальных трубопроводах или в специальных каналах.

Обеззараживание ультрафиолетовыми лучами не применяется для вод высокой мутности.

Специальная обработка воды.

В зависимости от свойств воды источника водоснабжения или от требований, предъявляемых потребителями к качеству воды, может потребоваться специальная ее обработка — умягчение, обезжелезивание, стабилизация, обессоливание, охлаждение и т. п.

Умягчение воды, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей, обычно не производят. Однако оно необходимо для некоторых технологических процессов на промышленных предприятиях.

Так, для отдельных производств текстильной, химической и пищевой отраслей промышленности требуется вода с жесткостью не более 1 мг-экв/л. Питательная вода для котлов среднего и высокого давления должна иметь жесткость не более 0,3 мг-экв/л.

Различают методы реагентного и катионитового умягчения воды, а также комбинированные методы.

Из методов *реагентного умягчения* наиболее распространен известково-содовый, при котором в воду добавляют известь для снятия временной (карбонатной) жесткости и кальцинированную соду для удаления постоянной (некарбонатной) жесткости.

При введении в воду указанных реагентов образуются нерастворимые соединения, выпадающие в осадок, или соединения, сохраняющиеся в воде, но не обладающие свойствами солей жесткости.

После умягчения воду осветляют в отстойниках или осветлителях. Иногда для ускорения процесса осветления производят коагулирование воды железным купоросом.

При известково-содовом умягчении воды обычно применяют камеры хлопьеобразования вихревого типа.

Метод *катионитового умягчения* основывается на способности катионитов обменивать катионы натрия или водорода на катионы солей жесткости, содержащихся в воде. Умягчающую способность катионитов называют обменной способностью или емкостью поглощения.

В результате обменной реакции катионы солей жесткости переходят в состав катионита, а в воду переходят катионы натрия, образуя натриевые соли. Такое умягчение называют Na-катионированием. При H-катионировании в обменную реакцию с катионами магния и кальция вступают катионы водорода.

При работе установки катионит расходует катионы Na или H и теряет способность умягчать воду. В связи с этим необходима периодическая регенерация катионитового фильтра.

Для восстановления катионов натрия через фильтр пропускают раствор поваренной соли, а для восстановления катионов водорода — раствор серной кислоты. После H-катионирования увеличивается кислотность воды, а после Na-катионирования вода приобретает повышенную щелочность.

Применяя H-Na-катионирование, умягченную воду не нужно ни подщелачивать, ни подкислять.

Обезжелезивание воды. Содержание железа в питьевой воде не должно превышать 0,3 мг/л. На предприятиях ряда отраслей промышленности, например текстильной, содержание железа в воде, используемой для технологических нужд, не должно превышать 0,1—0,2 мг/л.

Обезжелезивание воды поверхностных источников проводится путем аэрации, введения реагентов-окислителей с аэрацией или без нее и путем катионирования. Одновременно происходит ее осветление и обесцвечивание.

Установка обезжелезивания методом *аэрации* состоит из аэрационного устройства, контактного резервуара и фильтра.

В аэрационном устройстве вода насыщается кислородом, частично удаляется углекислота, двухвалентное железо окисляется до трехвалентного. В контактном резервуаре завершается окисление двухвалентного железа и образуется осадок гидрата окиси железа. Фильтры служат для извлечения из воды гидрата окиси железа.

Аэрация воды может осуществляться следующими способами: нагнетанием воздуха через дырчатые трубы или пористые пластины; подачей воздуха во всасывающий патрубок насоса; разбрызгиванием воды; пропуском воды через контактные или вентиляторные градирни. Наиболее распространены контактные градирни.

Установка для реагентного (с помощью коагулирования и известкования) обезжелезивания воды состоит из устройств для растворения и дозирования реагента, аэратора-смесителя, осветлителя и фильтра.

Аэратор-смеситель обычно совмещается с осветлителем и располагается над ним. Он представляет собой систему дырчатых днищ, расположенных одно над другим. Обезжелезивание катионированием производят на катионитовых

фильтрах, загруженных сульфоуглем. Фильтр регенерируют раствором поваренной соли.

Стабилизация воды заключается в придании ей свойств, при которых она теряет способность вызывать коррозию и откладывать соли, препятствует биологическому обрастанию.

Стабилизация воды необходима в промышленных системах оборотного водоснабжения, когда из-за испарения воды в охладительных сооружениях в ней повышается концентрация солей. Стабилизация воды в таких системах предотвращает образование накипи и развитие коррозии в теплообменных аппаратах и охладительных устройствах.

Для стабилизации воды применяют подкисление, рекарбонизацию и фосфатирование. *Подкисление* воды заключается в добавке в нее соляной или серной кислоты. *При рекарбонизации* в воду вводят уголекислоту для стабилизации содержащихся в ней карбонатов. Для этого обычно используют дымовые газы, в состав которых входит уголекислота.

При *фосфатировании* в воду добавляют фосфаты (гексаметафосфат натрия, тринатрийфосфат и суперфосфат). Фосфаты препятствуют образованию отложений в трубопроводах и, кроме того, образуют на поверхности металла пленку, которая предотвращает развитие коррозии.

Для борьбы с биологическим обрастанием трубопроводов и оборудования в системах оборотного водоснабжения периодически применяют купоросование или хлорирование воды.

Обессоливание воды заключается в удалении из нее растворенных солей. Полное обессоливание необходимо, например, при подготовке питательной воды для котлов высокого давления. Частичное удаление растворенных солей называется *опреснением*.

Опреснение вод с солесодержанием до 2—3 г/л производится при помощи ионного обмена, вод с солесодержанием 3—15 г/л — методом электродиализа или гиперфильтрации и вод с солесодержанием более 10 г/л — путем замораживания, дистилляции или гиперфильтрации.

Ионный обмен применяют для опреснения или обессоливания воды при количестве взвешенных частиц в ней не более 8 мг/л и цветности ее не более 8°. Опреснение воды путем ионного обмена обычно проводится по одноступенчатой схеме фильтрованием через катионит и слабоосновный анионит. Предусматривается удаление уголекислоты из фильтрата катионитовых фильтров. Применяют также двух- и трехступенчатые схемы.

Охлаждение воды. В системах промышленного водоснабжения для охлаждения воды применяют охладительные пруды, брызгальные бассейны и градирни.

Градирни бывают капельными и пленочными.

Наиболее распространены градирни капельные башенного типа. Нагреваемую воду подают в верхнюю часть башни и по желобам разводят по всей ее площади. Ороситель представляет собой систему деревянных реек. Вода из желобов падает на розетки, разбрызгивается и стекает вниз. Холодный

воздух поступает через окна в нижней части оросителя и поднимается вверх, охлаждая воду. Общая высота градирен составляет 30—80 м. Охлажденная вода собирается под градирной. Площадь оросителя, необходимая для охлаждения 1 м³ воды, составляет 0,25 — 0,3 м². В пленочных градирях вода обтекает тонкой пленкой большие поверхности оросителя. Применяют также градирни с искусственной подачей воздуха вентиляторами. В этом случае вытяжная башня не устраивается. Градирни выполняют из дерева или железобетона.

Сезонное, в период весеннего паводка, ухудшение качества питьевой воды в неблагоустроенных санитарно населенных местах вынуждает учреждения водообеспечения предпринимать гиперхлорирование питьевой воды, что весьма небезопасно для здоровья населения в связи с образованием хлорорганических соединений.

Многие страны, имеющие выход к морю, производят *морское захоронение материалов и веществ*, в частности, грунта, вынутого при дноуглубительных работах, бурового шлака, отходов промышленности, твердых отходов, строительного мусора, взрывчатых и химических веществ, радиоактивных отходов. Объем таких захоронений составляет около 10 % всех загрязняющих веществ. При прохождении материала сквозь толщу воды часть загрязняющих веществ переходит в раствор, другая часть сорбируется частицами взвеси и переходит в отложения, повышается мутность воды. Присутствие органических веществ создает в грунтах восстановительную среду, при этом расходуется кислород, возникает особый тип иловых вод, содержащих H₂S, NH₃, ионы тяжелых металлов.

Качество питьевой воды. Примеси, от которых зависит *безопасность питьевой воды*, подразделяются на *три категории*.

Первая категория примесей неблагоприятно влияет на здоровье людей: арсенат-ионы, нитрат-ионы, фосфат-ионы (моющие средства, удобрения), ионы тяжелых металлов.

Вторая категория примесей – растворимые органические химические соединения, некоторые из них являются канцерогенными.

Третья категория – микроорганизмы (микробы), вызывающие заболевания (тиф, холера и др.).

3 Использование сточных вод

Система канализации предназначена для удаления из здания загрязнений, образующихся в процессе санитарно-гигиенических процедур, хозяйственной и производственной деятельности человека, а также для отведения атмосферных и талых вод. При наличии водоснабжения устраивают сплавные системы канализации – загрязнения удаляют водой. В не канализованных районах без водопровода для жилых зданий и общежитий высотой один-два этажа при числе проживающих не более 50 чел., пионерских лагерей, сельских клубов и т.д. – допускается устраивать местную вывозную канализацию с использованием люфтклозетов или выгребов.

Производственная канализация удаляет за пределы здания жидкость, использованную в технологических процессах и содержащую отходы, которые в дальнейшем не могут быть применены в производстве. Внутренние водостоки (дождевая канализация) отводят с кровли здания дождевые и талые воды. Твердые отходы (мусор) удаляют мусоропроводами, которые также можно отнести к системам канализации – канализованные твердые отходы.

По назначению системы канализации разделяются на бытовые, производственные, внутренние водостоки.

Бытовая канализация отводит загрязненную воду от мытья посуды и продуктов, стирки белья, санитарно-гигиенических процедур.

В жилых и общественных зданиях предусматривается хозяйственно-бытовая и ливневая (водостоки) канализация. Охлаждающая вода от установок кондиционирования воздуха, не содержащая твердых и растворенных загрязнений, относится к условно-чистым стокам и сбрасывается в систему водостоков или бытовую канализацию.

Схемы систем канализации жилых зданий обычно состоят из следующих основных элементов: приемников сточных вод, гидрозатворов, внутренней и дворовой канализационной сети. Внутренняя канализационная сеть собирает и отводит сточные воды от приемников в дворовую канализационную сеть.

Установка для перекачки сточных вод предусматриваются на сети в том случае, если наружная сеть расположена выше дворовой канализации.

В производственных зданиях проектируются раздельная бытовая и производственная канализация, водостоки. Для отвода сточных вод, различающихся по составу, агрессивности, температуре или другим показателям, с учетом которых смешение этих вод недопустимо или нецелесообразно, предусматривается несколько производственных систем канализации, транспортирующих эти стоки раздельно.

На установках для очистки сточных вод производится предварительная очистка наиболее загрязненных стоков и удаляются вещества, которые могут нарушить нормальную работу наружной канализационной сети или очистных сооружений.

Выбор системы канализации отдельных зданий, а также ее схемы (число и взаимное расположение отдельных элементов системы) определяется назначением здания, видом технологического процесса, установленным оборудованием, глубиной расположения наружной канализационной сети, качественным составом сточных вод.

С целью уменьшения строительных и эксплуатационных затрат желательно совместное отведение производственных и бытовых стоков объединенной системой канализации. Это возможно в том случае, если производственные сточные воды имеют температуру ниже 40 °С; содержат менее 500 мг/л взвешенных и всплывающих частиц; не оказывают разрушающего воздействия на материал труб и элементы сооружений канализации; не содержат вещества, которые способны засорять трубы, отлагаться на стенках труб, препятствовать биологической очистке,

образовывать взрывоопасные или токсичные смеси в сетях и сооружениях. При несоответствии стоков указанным требованиям на системах производственной канализации предусматривают установки для очистки, на которых сточные воды подвергаются предварительной обработке, в результате чего снижается содержание загрязнений до допустимого предела.

Внутренняя канализационная сеть монтируется из чугунных, пластмассовых, асбестоцементных труб. Стальные трубы применяются для прокладки коротких отводных линий от умывальников, моек, ванн и т.д.

Чугунные канализационные трубы по ГОСТ изготавливают диаметром 50, 100, 150 мм. Для защиты труб от агрессивного воздействия сточных вод их покрывают антикоррозионным покрытием. Выпускают трубы двух классов: А и Б. К классу А относятся трубы, выдерживающие давление 0,1 МПа (1 кгс/см²) до нанесения антикоррозионного покрытия.

Канализация населенных мест промышленных предприятий. Водопроводная вода, которая была использована в хозяйственных, производственных и других целях и получила при этом различные примеси (загрязнения), изменившие ее химический состав или физические свойства, называется сточной жидкостью. К категории сточных относятся и атмосферные воды, образующиеся в результате выпадения дождей и таяния снегов.

Состав сточных вод весьма разнообразен. Содержащиеся в них органические загрязнения могут загнивать и служить благоприятной средой для развития микроорганизмов, в том числе и патогенных (болезнетворных). Присутствующие в сточной жидкости химические соединения, жиры, масла, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные, ядовитые и радиоактивные вещества способны нанести большой вред почве и водоемам. Скопление сточной жидкости на поверхности и в глубине почвы, а также в водоемах вызывает загрязнение окружающей среды, исключает возможность использования водоемов для хозяйственных целей и может явиться причиной возникновения различных инфекционных заболеваний. Все это представляет серьезную угрозу для человечества и требует немедленного удаления сточных вод за пределы жилых зон и их обработки.

В зависимости от происхождения качественной характеристики примесей сточные воды разделяют на бытовые, производственные и атмосферные.

К бытовым относятся воды от кухонь, туалетных комнат, душевых, бань, прачечных, столовых, больниц и т.д. По природе загрязнений бытовые воды могут быть фекальными, т.е. загрязненными главным образом физиологическими отбросами, и хозяйственными, содержащими всякого рода хозяйственные отходы. Бытовые сточные воды характеризуются, в основном, содержанием органических загрязнений в разных фазово-дисперсных состояниях.

Производственные сточные воды образуются в результате загрязнения водопроводной воды при использовании ее в технологическом процессе. Они разделяются на загрязненные и условно-чистые. По сравнению с бытовыми

состав и концентрация загрязнений производственных сточных вод более разнообразны, так как они зависят от характера производства, типа выпускаемой продукции и особенностей технологических процессов, где используется водопроводная вода. От некоторых производств может поступить несколько видов сточных вод с различным составом и концентрацией примесей. Условно-чистые воды, содержащие весьма малое количество загрязнений, можно сбрасывать в водоем без обработки.

Атмосферные (дождевые) сточные воды содержат преимущественно минеральные примеси. Отличительные особенности дождевого стока – его эпизодичность и резкая неравномерность: в сухую погоду он отсутствует, а в период ливней секундные расходы атмосферной воды могут в 50–150 раз превышать расходы бытовых вод с той же площади застройки города или населенного пункта.

Под канализацией (водоотведением) понимается комплекс оборудования, сетей и сооружений, предназначенных для организованного приема и удаления по трубопроводам за пределы населенных пунктов или промышленных предприятий загрязненных сточных вод, а также для их очистки и обезвреживания перед утилизацией или сбросом в водоем.

Существует два вида канализации: вывозная и сплавная. При организации вывозной канализации жидкие загрязнения собирают в специальные преемники и периодически вывозят автомобильным транспортом на поля ассенизации для обработки или в специальные места, согласованные с санитарными органами. Вывозную канализацию устраивают лишь в небольших населенных пунктах, где применение другого вида канализации затруднительно.

Сплавная канализация состоит из следующих основных элементов: внутренних канализационных устройств зданий, наружной внутриквартальной и уличной канализационной сети, насосных станций и напорных трубопроводов, очистных сооружений и устройств для выпуска очищенных сточных вод в водоемов.

Наружная уличная канализационная сеть представляет собой систему подземных трубопроводов, принимающих сточные воды от внутриквартальных сетей и транспортирующих их к насосным станциям, очистным сооружениям и в водоем.

Канализационные сети строят преимущественно самотечными. Для этого всю канализуемую территорию города или населенного пункта разделяют на бассейны канализования, где соответственно рельефу местности прокладывают самотечные трубопроводы уличной сети и коллекторы. Канализационная сеть всегда должна быть доступна для осмотра, промывки и прочистки от засорения, поэтому на ней устраивают смотровые колодцы. Для приема атмосферных сточных вод предусматривают дождеприемники, представляющие собой круглые или прямоугольные в плане колодцы с металлической решеткой сверху.

Сточные воды, используемых для орошения, теплых вод для сельского

хозяйства и рыбоводства.

В настоящее время общие площади орошения сточными водами в Казахстане составляют 8–10 тыс. га (было 30–35 тыс. га). Несколько медленное развитие систем земледельческих полей орошения (ЗПО) объясняется слабой изученностью многих технико-экономических и экологических аспектов данной проблемы, недостаточным опытом эксплуатации систем ЗПО в различных зонах, необходимостью создания зимних накопителей, отсутствием согласованных межведомственных СНиП, малым числом специалистов, хорошо знакомых с проектированием, строительством и эксплуатацией систем.

Виды сточных вод, используемых для орошения.

Для орошения сельскохозяйственных культур на ЗПО можно использовать хозяйственно-бытовые, производственные и смешанные сточные воды, т.е. есть практически все виды жидких стоков. При решении вопроса о возможности использования сточных вод, в особенности производственных, нужно учитывать: состав стоков, климатические данные, рельеф и гидрогеологические условия; почвенный покров и растительность, гидрогеологическую и химическую характеристику водоприемника; сельскохозяйственное использование ЗПО, режим орошения и ряд других факторов. Хозяйственно-бытовые и коммунальные смешанные воды небольших городов и поселков считается пригодным по своему составу для орошения в различных природных условиях.

Считается, что смешанные сточные воды крупных городов, прошедшие биологическую очистку, пригодны для подачи на ЗПО, т.к. требования по ПДК к воде, сбрасываемой в водоприемник, значительно выше, чем в оросительной воде.

Как рекомендуют правила по охране вод и технические условия по проектированию канализации, отдельные предприятия или цехи, где образуются сточные воды, опасные для загрязнения водоприемников или почвы, должны иметь локальные очистные сооружения, а сильно токсичные отходы нужно уничтожать или захоронять. Пригодными и полезными для удобрительного орошения признаны промышленные стоки: консервных; сахарных; крахмально-паточных; спиртовых; пивоваренных; дрожжевых; молочных заводов.

Стоки сахарных заводов содержат много органических веществ и по удобрительной эффективности могут быть отнесены к средней категории. В них содержатся: азота (N) – 40–50 мг/л; калия (K) – 60–70 мг/л; фосфора (P) – 3–6 мг/л.

Стоки крахмальных заводов характеризуются повышенной концентрацией взвешенных и растворенных веществ, а также кислой реакцией: азота (N) – 85–105 мг/л; калия (K) – 100–280 мг/л; фосфора (P) – 10–50 мг/л. Высокая концентрация этих стоков требует 2-3-кратного их разбавления или известкования почв.

Стоки молочных заводов вполне пригодны для орошения и не требуют особой их подготовки: азота (N) – 35 мг/л; калия (K) – 25 мг/л; фосфора (P) –

17 мг/л; кальция (Ca) – 150 мг/л.

Стоки мясокомбинатов имеют значительные колебания концентрации (N, P, K в среднем 290:100:140), поэтому их необходимо разбавлять, предварительно отстаивать, а также подвергать биологической очистке. Использовать эти стоки для ЗПО рекомендуется при выращивании трав для производства витаминной травяной муки.

Стоки спиртоводочных и дрожжевых заводов (N, P, K в среднем 200:300:480) трудно поддаются биологической очистке на сооружениях и могут использоваться для орошения после 1,5–2 кратного разбавления при условии периодического известкования почвы в зонах достаточного и избыточного увлажнения.

Менее богаты удобрительными веществами (N, P, K – 30:10:100) стоки пивоваренных, солодовых и консервных (плодоовощных) заводов.

Стоки текстильных предприятий по своему химическому составу пригодны для орошения. Так как содержание в них фосфора и азота незначительно, то их эффективно использовать на ЗПО для разбавления животноводческих стоков (жидкого навоза).

Подготовка сточных вод для орошения.

Перед подачей на орошение так же, как перед сбросом в водоприемник, все хозяйственно-бытовые и смешанные городские стоки, согласно нормативам, должны проходить полную подготовку, а также обработку осадка сточных вод.

В зависимости от особенностей стоков, их физико-механических свойств и химического состава в системе очистки могут отсутствовать отдельные элементы (например, жироловки), но включаться дополнительные сооружения или установки для удаления из стоков специфических компонентов, для нейтрализации, разбавления, устранения или охлаждения воды.

На небольших объектах поселковой канализации в районах со среднегодовой температурой выше 0 °С вместо биофильтров применяют биологические пруды (БП). Для более северных районов БП используются сезонно при температуре воды выше +4 °С. Различают проточные (ступенчатые) и контактные БП, получившие название БОКС (биологические оксидационные контактные стабилизационные). Вследствие успешного взаимодействия различных гидробиологических факторов обеспечивается более эффективная очистка стоков. После окончания цикла в БОКС прудах сточные воды санитарно безопасны и эпидемиологически безвредны. Глубина сточных прудов 1–1,5 м, соотношение длины и ширины в плане 2:1 и 3:1. Расчетные нагрузки по БПК₅ до 250–300 кг/га в сутки. Зависит она от климатических условий и числа ступеней принимают обычно 2–4.

Глубина наполнения контактных прудов 0,5 - 0,8 м, время пребывания в них стоков 8–10 сут., нагрузки по БПК от 60 до 120 кг/га. Эти пруды устраивают секциями, каждая из которых рассчитана на прием одно- двухсуточного объема стока.

Организация оборотного водопользования на ЗПО, безусловно, снижает

санитарные требования по предварительной очистке сточных вод от загрязнителей биогенного происхождения, но повышает требования к химическому составу стока с тем, чтобы в почве не происходило накопление вредных компонентов до токсичных концентраций.

Схемы земледельческих полей орошения.

Выбор площадей для устройства ЗПО и схем расположения их элементов определяется следующими факторами: природные условия; хозяйственное использование территории, современное состояние и перспективы развития сельского хозяйства, его эффективность, наличие рабочей силы и опыта орошения, наличие транспортных связей и источников энергосбережения; характеристика сбрасываемых сточных вод; данные о комплексном использовании водных ресурсов в бассейне данного водоприемника, состав водопользователей и перспективы их развития, объемы водопотребления и водоотведения, прогнозы качества воды, наличие рекреационных водоохраных зон, число водопользователей в промышленности, сельском, лесном или рыбном хозяйстве.

Как правило, для размещения ЗПО рекомендуют использование площади с уклонами 0,0005–0,01 (до 0,03), характеризующиеся низким плодородием и высокими фильтрационными свойствами почвогрунта.

Существующие ЗПО бывают трех видов:

- 1) обеспечивающие прием и орошение сточными водами в течение всего года;
- 2) обеспечивающие прием сточных вод в регулирующие резервуары и использование только в период вегетации;
- 3) обеспечивающие прием и орошение только в вегетационный период.

Комплексное значение ЗПО заключается в повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур и сочетается с доочисткой сточных вод. Все это обеспечивает защиту природных вод от загрязнения.

Основная задача проектирования общей схемы ЗПО заключается в том, чтобы в каждом конкретном случае, при определенном сочетании рассмотренных ранее факторов, выбрать наиболее оптимальный вариант компоновки схемы, соответствующий требованиям рационального использования и охраны природных ресурсов.

При определенном режиме орошения сточными водами, кроме водного баланса почв и удобрительной способности стоков (N, P, K), их обычно проверяют по ПДК токсичных и вредных веществ, поступающих со стоками в почву. Это прежде всего относится к слабозабавленным стокам.

Следует отметить, что расчеты водного баланса должны учитывать не только зону аэрации, но и зону грунтовых вод. Поливные нормы в вегетационный период назначаются, как для обычного орошения. Они зависят от влагоемкости почв, техники поливов, периода вегетации и колеблются от 200 до 1000 м³/га. Оросительные нормы по отдельным культурам на ЗПО часто назначают на 20–50% выше, чем при обычном орошении.

Использование теплых вод для сельского хозяйства.

Интенсивное развитие тепловой и атомной энергетики связано с расходом большого количества воды, значительная часть которой сбрасывается обратно в реки, озера и водохранилища, вызывая их термическое загрязнение и нарушение водных экосистем.

Поэтому максимальная утилизация обработанного тепла – актуальная задача.

Вода, необходимая для работы тепловых и атомных электростанций, в основном расходуется на выработку пара в котлах и конденсацию отработанного пара. Кроме того, они расходуются на охлаждение пара, масла, газа, воздуха, подшипников и при работе на твердом топливе – для гидравлического удаления золы и шлама. Как правило, все отработанные воды энергетических объектов пригодны для орошения.

При сборе их в водоемах температура верхних слоев воды на 8–15 °С выше температуры придонных слоев. Эта разница во многом зависит от параметров водохранилища, климатических особенностей, времени года, объемов и температуры поступающих стоков. Поэтому более целесообразно воду для орошения забирать из верхних слоев водоемов и водохранилищ.

В зависимости от местоположения электростанций и параметров установленного на ней оборудования температура отработанных вод изменяется в следующих пределах: зимой 10–20 °С; весной 20–25 °С; летом 35–40 °С. Положительное влияние теплых вод на прорастание культур наиболее заметно в весенний и осенний периоды, что объясняется дефицитом тепла в это время года. При поливе теплой водой не рекомендуется допускать значительную разницу температур воздуха, воды и почвы. Это угнетающе действует на многие растения.

Использование теплых вод для рыбоводства.

Как показал опыт последних лет, отработанные воды тепловых и атомных электростанций могут успешно использоваться и для нужд рыбного хозяйства во внутренних водоемах. Наиболее перспективными направлениями в развитии рыбоводства с использованием теплых вод следует считать: создание полносистемных рыбоводных хозяйств индустриального типа с бассейнами, сетчатыми сетками, цехами для инкубации икры и цехами, обеспечивающими производство живого корма.

В этих хозяйствах осуществляется непрерывная технология получения посадочного материала и выращивания рыбы на протяжении всего года; использование водохранилищ-охладителей в качестве нагульных прудов для теплолюбивых рыб (каarp и др.); организация питомников по выращиванию посадочного материала для товарных хозяйств; создание высокопроизводительных прудовых хозяйств.

3.1 Условия спуска сточных вод в водоемы

Условия спуска сточных вод в водоемы определяются «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и

«Правилами санитарной охраны прибрежных районов морей». В соответствии с этими правилами различают водоемы питьевого и культурно-бытового водопользования и водоемы, используемые для рыбохозяйственных целей.

Водоемы питьевого и культурно-бытового водопользования. Нормативы качества воды на используемых участках этих водоемов устанавливаются по двум видам водопользования: первый — для централизованного и нецентрализованного питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности, второй — для купания, спорта и отдыха населения. Ко второму виду водопользования относятся также участки водоемов, расположенные в черте населенных пунктов.

Установлены следующие нормативные показатели качества воды водоема.

Растворенный кислород. Количество растворенного в воде водоема кислорода после смешивания с ней сточных вод в любой период года в пробе, отобранной в 12 ч дня, не должно быть меньше 4 мг/л.

Биохимическая потребность в кислороде. Величина БПК₂₀ для водоемов первого вида водопользования не должна превышать 3 мг/л, а для водоемов второго вида водопользования — 6 мг/л.

Взвешенные вещества. Содержание взвешенных веществ в воде водоема после спуска в него сточных вод не должно увеличиваться больше чем на 0,25 мг/л для водоемов первого вида водопользования и на 0,75 мг/л для водоемов второго вида водопользования.

Активная реакция воды. Активная реакция воды водоема (рН) после смешивания с ней сточных вод должна быть не ниже 6,5 и не выше 8,5.

Для воды водоемов установлены также нормативные показатели по окраске, наличию ядовитых веществ, плавающих примесей, возбудителей заболеваний, запахам и привкусам, минеральному составу и температуре. Ядовитые вещества не должны содержаться в концентрациях, которые могут оказать прямо или косвенно вредное воздействие на здоровье населения.

Рыбохозяйственные водоемы. Существуют два вида использования таких водоемов: первый — для воспроизводства и сохранения ценных видов рыб, второй — для всех других рыбохозяйственных целей.

Показатели качества воды рыбохозяйственных водоемов должны соответствовать нормативам, установленным для водоемов питьевого и культурно-бытового водопользования. В то же время по некоторым показателям к воде рыбохозяйственных водоемов предъявляют более высокие требования. Зимой количество кислорода, растворенного в воде рыбохозяйственных водоемов первого вида использования, не должно быть меньше 6 мг/л, а растворенного в воде водоемов второго вида использования — 4 мг/л. Биохимическая потребность в кислороде БПК_{полн} не должна превышать 3 мг/л.

Содержание в воде любых водоемов *радиоактивных веществ* у мест выпуска загрязненных ими сточных вод не должно превышать предельно допустимые концентрации, установленные Главной государственной санитарной инспекцией.

Необходимую степень очистки сточных вод определяют по количеству содержащихся в них взвешенных веществ, потреблению растворенного кислорода смесью сточных вод и вод водоема, допустимой величине БПК_{доп} смеси вод водоема и сточных вод, изменению активной реакции воды водоема и по другим показателям с учетом самоочищающей способности водоема.

Под *самоочищающей способностью водоемов* понимают снижение концентрации загрязнений вследствие биохимических, химических и физических процессов, протекающих в водоеме.

3.2 Методы очистки сточных вод

Для обработки сточных вод применяют механическую, физико-химическую и биологическую очистку. Очищенную сточную жидкость перед спуском в водоем подвергают дезинфекции для уничтожения болезнетворных бактерий.

В процессе очистки сточных вод образуются осадки, которые подвергаются обезвреживанию, обеззараживанию, обезвоживанию, сушке, возможна последующая утилизация осадков.

Если по условиям сброса сточных вод в водоем требуется более высокая степень очистки, то после сооружений полной биологической очистки сточных вод устраивают сооружения глубокой очистки. В соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» сточные воды после очистки перед сбросом в водоем подвергают обеззараживанию с целью уничтожения патогенных микроорганизмов.

В результате *механической очистки* из сточной жидкости удаляются нерастворенные и частично коллоидные загрязнения. Крупные загрязнения (тряпки, бумага, остатки овощей и фруктов) задерживаются *решетками и ситами*. Загрязнения минерального происхождения (песок, шлак и др.) улавливаются *песколовками*. Основная масса нерастворенных загрязнений органического происхождения задерживается в *отстойниках*. При этом частицы с удельным весом больше удельного веса сточной жидкости выпадают на дно, а частицы с меньшим удельным весом (специфические загрязнения: жиры, масла, нефть) всплывают, в зависимости от их характера применяют *жироловки, нефтеловушки, масло- и смолоуловители* и др. С помощью этих сооружений осуществляют очистку производственных сточных вод. Отстаивание основано на закономерностях осаждения твердых частиц в жидкости. При этом может осуществляться свободное осаждение частиц, склонных к коагулированию в процессе осаждения и изменяющих при

этом свою форму и размеры. Свободное осаждение наблюдается при концентрации частиц до 1 % или 8 кг/м³.

Для обработки производственных сточных вод применяют также *флотацию* вводя в сточную жидкость воздух и пенообразующие вещества (поверхностно-активные вещества, глинозем, животный клей и пр.). Всплывающие пузырьки воздуха и частицы пенообразующих веществ сорбируют загрязнения и поднимают их на поверхность жидкости в виде пены, которая непрерывно удаляется.

К сооружениям механической очистки относятся также *септики*, *двухъярусные отстойники* и *осветлители-перегниватели*, в которых осветляется жидкость и обрабатывается выпавший осадок.

Для удаления из производственных сточных вод взвешенных веществ большого удельного веса используют *гидроциклоны*.

При механической очистке задерживается не более 60% осаждающихся взвешенных веществ (обычно 30—50%).

Более высокий эффект достигается путем применения различных способов интенсификации. Простая аэрация улучшает работу первичных отстойников на 5–8% (по задержанию взвешенных веществ и снижению БПК). Эффект снижения загрязнений по взвешенным веществам при биокоагуляции повышается примерно на 30%, а по БПК на 35%. Эффективность задержания взвешенных веществ в первичных отстойниках с преаэраторами повышается до 65–70%. БПК₂₀ осветлённой воды понижается примерно на 15%. Биокоагулятор может успешно работать не только на активном иле аэротенков, но и на биоплёнке после биофильтров. В таком биокоагуляторе с регенератором задерживается 60–70% взвешенных веществ, а БПК₂₀ снижается на 50–55%. Механическую очистку как самостоятельный метод применяют в тех случаях, когда освобожденную от загрязнений воду используют повторно в производстве или по местным и санитарным условиям её можно сбросить в водоем.

Физико-химические методы применяют главным образом для очистки производственных сточных вод, а очистку городских сточных вод, с учетом технико-экономических показателей, используют весьма редко.

К методам физико-химической очистки производственных сточных вод относятся: реагентная очистка, сорбция, экстракция, эвапорация, дегазация, ионный обмен, озонирование, электрофлотация, хлорирование, электродиализ и др.

Производственные сточные воды от технологических процессов очень часто содержат щелочи и кислоты. В большинстве кислых стоков содержатся растворимые соли тяжелых цветных металлов, которые необходимо выделять из сточных вод.

С целью предупреждения коррозии материалов канализационных очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в водоемах, а также осаждения из сточных вод солей тяжелых металлов кислые и щелочные стоки подвергают химической очистке.

Химическая очистка может применяться как самостоятельный метод перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водоемы. Иногда возникает задача удаления из сточных вод биогенных элементов — азота и фосфора, которые, попадая в водоем, способствуют усиленному развитию водной растительности. Азот удаляют физико-химическими и биологическими методами, фосфор обычно удаляют химическим осаждением с применением солей железа и алюминия или извести.

Применение химической очистки в ряде случаев целесообразно перед биологической или физико-химической очисткой. Основными методами физико-химической очистки производственных сточных вод являются нейтрализация и окисление.

Кислые и щелочные сточные воды перед сбросом их в промышленную канализацию или водоемы должны быть нейтрализованы до достижения величины рН, равной 6,5–8,5. При нейтрализации сточных вод допускается смешение кислых и щелочных стоков для их взаимонейтрализации.

Нейтрализация – химическая реакция между кислотой и основанием. Нейтральными считаются сточные воды, имеющие рН=6,5-8,5. Нейтрализации подвергаются сточные воды с рН < 6,5 и рН > 8,5.

Большую опасность представляют кислые стоки, которых образуется гораздо больше, чем щелочных. При химической очистке применяют следующие способы нейтрализации:

- взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод;
- нейтрализация реагентами;
- фильтрация через нейтрализующие материалы.

Выбор способа нейтрализации зависит от многих факторов: вида и концентрации кислот загрязняющих промстоки, расхода и режима поступления отработанных вод на нейтрализацию, наличия реагентов, местных условий, в которых происходит очистка и т.д.

Режимы сброса сточных вод, содержащих кислоты и щелочи, как правило, различны. Кислые воды обычно сбрасываются в течение суток равномерно и имеют постоянную концентрацию, щелочные воды сбрасываются периодически по мере их накопления. В связи с этим для щелочных вод часто устраивают регулирующий резервуар, объем которого определяется суточным поступлением щелочных вод. Из этого резервуара щелочные воды равномерно выпускают в камеру реакции, где происходит взаимная нейтрализация.

Биологические методы очистки основаны на окислении органических веществ микроорганизмами. Микроорганизмы обладают целым рядом особых свойств, из которых можно выделить для целей очистки: способность потреблять в качестве источников питания самые разнообразные органические (и некоторые неорганические) соединения для получения энергии и обеспечения своего существования. Различают биологическую очистку сточных вод в искусственно созданных условиях (биологические фильтры и

аэротенки) и в условиях, близких к естественным (поля фильтрации и биологические пруды).

Для снижения концентрации органических загрязнений биологически очищенных сточных вод можно применять сорбцию на активированных углях или химическое окисление озоном.

Глубокая очистка сточных вод может потребоваться, если в сточной воде после полной биологической очистки перед сбросом в водоем необходимо снизить концентрацию взвешенных веществ, величину показателей БПК, ХПК и др.

Для *дезинфекции* очищенных сточных вод чаще всего применяют *хлорирование*.

В настоящее время требования к степени очистки сточных вод повышаются, в связи с чем их подвергают доочистке. Для этого применяют *песчаные фильтры, контактные осветлители, микрофильтры, биологические пруды*.

При глубокой очистке сточных вод, главным образом, от взвешенных веществ используются фильтры различных конструкций. Для глубокой очистки от растворенных органических веществ применяют сорбционные, биосорбционные, озонаторные и другие установки. Глубокая очистка от соединений азота и фосфора может осуществляться физико-химическими и биологическими методами.

Дезинфекция сточных вод является заключительным этапом их обработки перед сбросом в водоем. Цель дезинфекции – уничтожение патогенных микроорганизмов, содержащихся в сточной воде. Наибольшее распространение получил способ дезинфекции путем введения в воду газообразного хлора. Возможно обеззараживание сточных вод озоном, используя бактерицидные ультрафиолетовые лампы.

Технология очистки сточных вод в настоящее время развивается в направлении интенсификации процессов биологической очистки, проведения последовательно процессов биологической и физико-химической очистки в целях возможности повторного использования глубоко очищенных сточных вод на промышленных предприятиях.

Накапливаемые в очистных сооружениях большие массы осадка обрабатывают не только в септиках, двухъярусных отстойниках и осветлителях-перегнивателях, но и в *метантенках*.

Септики, двухъярусные отстойники и осветлители-перегниватели предназначены для осветления сточной жидкости и сбраживания осадка. Метантенки служат только для сбраживания осадка.

Обработка осадков сточных вод, образующихся в процессах очищенных, заключается в снижении их влажности и уменьшении объема, в процессе обработки осадки обеззараживаются.

Загрязнения, задерживаемые решетками, вывозят с территорий станций очистки, либо дробятся и обрабатываются совместно с осадками из отстойников. Песок из песколовков обезвоживается на песковых площадках а

также вывозится или отмывается от органических загрязнений, подсушивается и используется в планировочных работах.

Осадок из первичных отстойников и уплотненный осадок из вторичных отстойников (активный ил, который обладает высокой влажностью, плохо отдает воду и опасен в санитарном отношении) направляются в метантенки – герметичные резервуары, в которых под действием анаэробных микроорганизмов минерализуются органические вещества.

Вместо метантенков применяется метод анаэробной стабилизации, сущность которой состоит в продувке осадка в течение длительного времени воздухом в сооружениях, устраиваемых по типу аэротенков. Сброженный в метантенках осадок хорошо отдает воду, менее опасен в санитарном отношении и содержит в значительных количествах азот, фосфор и калий, т. е. является хорошим удобрением.

Для обезвоживания его используют *иловые площадки, вакуум-фильтры, центрифуги, фильтр-прессы*. Нередко осадок, обезвоженный на вакуум-фильтрах, подвергают *термической сушке*.

Некоторые виды осадков производственных сточных вод, содержащие вредные загрязнения, после предварительной подсушки *сжигают*. При сжигании полностью окисляются органические вещества осадков и образуется стерильный остаток — зола.

3.3 Сооружения механической очистки сточных вод

Решетки предназначены для задержания крупных загрязнений. Устанавливают их в приемных резервуарах насосных станций перекачки на очистных станциях или на канале, подводящем сточные воды на очистные сооружения. Лучше устанавливать решетки и в приемном резервуаре и на канале.

Решетки бывают подвижными и неподвижными. Последние имеют большее распространение. Различают также решетки с ручной и механизированной очисткой от отбросов. Механизированная очистка решеток обязательна при количестве отбросов более 0,2 м³/сут. При количестве отбросов более 1 т/сут кроме рабочей дробилки устанавливается резервная. Измельченные отбросы сбрасываются в сточную жидкость перед решетками или перекачиваются в метантенки.

В нашей стране применяют неподвижные решетки с механизированной очисткой следующих типов:

- 1) решетки типа, которые устанавливаются под углом 60 ° к горизонту и очищаются движущимися граблями сверху по течению воды;
- 2) решетки типа, которые устанавливаются также под углом 60° к горизонту и очищаются движущимися граблями снизу по течению воды;
- 3) вертикальная решетка, которая очищается движущимися граблями снизу по течению воды.

Ширину прозоров решеток на очистных станциях следует принимать равной 16 мм. Поперечное сечение стержней решеток может быть прямоугольным (наиболее распространено), овальным или круглым. Число прозоров в решетке и основные ее размеры принимают с таким расчетом, чтобы скорость движения сточной жидкости в прозорах при максимальном притоке составляла 0,8—1 м/с.

Количество снимаемых с решеток отбросов составляет 8 л/год на одного человека. Влажность отбросов равна 80%.

На очистных станциях допускается установка решеток в отдельном здании, где устраивают приточно-вытяжную вентиляцию.

В настоящее время в отечественной практике получают распространение решетки-дробилки, которые и задерживают отбросы, и дробят их под водой. Преимущество решеток-дробилок заключается в том, что для них не требуется устраивать специальные помещения.

Песколовки предназначены для задержания загрязнений минерального происхождения, главным образом, песка с крупностью частиц более 0,2—0,25 мм. В результате задержания песка в песколовках облегчаются условия эксплуатации последующих сооружений. Легкие частицы органического происхождения должны выноситься из песколовки. Принцип работы песколовки основан на том, что частицы, удельный вес которых больше удельного веса воды, по мере движения вместе с водой выпадают на дно песколовки под действием силы тяжести.

Горизонтальные песколовки представляют собой удлиненные в плане сооружения с прямоугольным поперечным сечением. Важнейшими элементами песколовки являются: входной и выходной каналы; бункер для сбора осадка, располагаемый в начале песколовки. Кроме этого, в песколовке имеются механизм для перемещения осадка в бункер и гидроэлеватор для удаления песка. Механизмы применяются двух типов: цепные и тележечные. Цепные механизмы состоят из двух бесконечных цепей, расположенных по краям песколовки, с закрепленными на них скребками. Механизмы тележечного типа состоят из тележки, перемещаемой над песколовкой по рельсам вперед и назад, на которой подвешивается скребок. Скорость движения воды в них при максимальном расходе принимают равной 0,3 м/с, а при минимальном расходе — не менее 0,15 м/с.

Песколовки бывают горизонтальные и с вращательным движением воды (тангенциальные и аэрируемые).

Горизонтальная песколовка состоит из проточной и осадочной частей.

Длина проточной части, м:

$$L = v \cdot t, \quad (3.1)$$

где v — скорость протекания жидкости при максимальном расходе;
 t — время пребывания жидкости в песколовке, принимаемое не менее 30 с.

Площадь живого сечения песколовки, m^2 :

$$w = q/v, \quad (3.2)$$

где q — максимальный расход сточных вод, m^3/c .

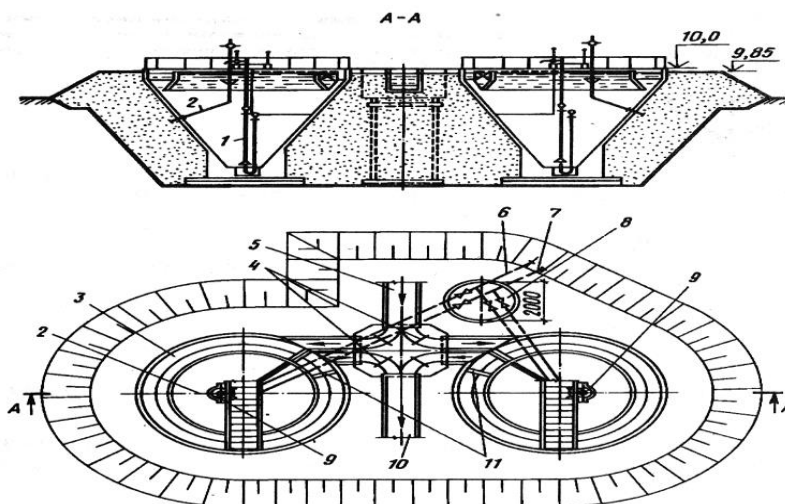
Задаваясь рабочей глубиной h и шириной каждого отделения b , определяют необходимое число отделений n . Рабочая глубина h назначается несколько больше глубины потока в подводящем канале, но не более 1 м. Ширина b обычно составляет 0,5—2 м.

Объем осадочной части горизонтальной песколовки определяется по условиям накопления в ней двухсуточного объема выпадающего песка.

Горизонтальные песколовки применяют при расходах стоков свыше 10 000 $m^3/сут$, а горизонтальные песколовки с круговым движением — до 70 000 $m^3/сут$.

В ЧССР и ПНР для удаления песка из песколовки применяют центробежные песковые насосы и гидроэлеваторы, смонтированные на тележке, движущейся по рельсам вдоль песколовки. Песчаная пульпа забирается со дна песколовки насосом и подается в гидроциклон, где песок отделяется и направляется в песковой бункер. Там же одновременно осуществляется отмывка органических веществ.

Горизонтальная песколовка с круговым движением воды показана на рисунке 3.1.



1 — гидроэлеватор; 2 — трубопровод для отвода всплывающих примесей;
3 — желоб; 4 — затворы; 5 — подводящий лоток; 6 — пульпопровод; 7
— трубопровод для рабочей жидкости; 8 — камера переключения; 9
— устройство для сбора всплывающих примесей; 10 — отводящий лоток; 11 —
полуогруженные щиты.

Рисунок 3.1 — Горизонтальная песколовка с круговым движением воды

Продолжительность пребывания сточной жидкости в песколовке при максимальном притоке примерно 30 сек.

По опыту эксплуатации, при скорости движения воды 0,6–0,8 м/с эффективность удаления песка составляет 90%, его влажность 20% и зольность 94%.

В тангенциальных песколовках глубина принимается равной половине ее диаметра. Расчетный диаметр частиц уловленного песка 0,2–0,5 мм, плотность песка 1,5 т/м³. Уловленный песок направляется на песковые площадки или в песковые бункера. Опорожнение пескового бункера должно быть не менее 1 раза в сутки.

Песковые площадки и бункера. Песок, задержанный в песколовках, обычно удаляют из них с помощью гидроэлеваторов и в виде песчаной пульпы подают на специально устраиваемые *песковые площадки* — земельные участки, разделенные на карты ограждающими валиками высотой 1—2 м. Профильтрованную воду собирают дренажной системой и направляют в резервуар, откуда перекачивают в канал перед песколовками.

Песок, обезвоженный на песковых площадках, содержит много органических веществ, способен гнить и поэтому его дальнейшее использование для каких-либо целей, например для планировки, затруднительно по санитарным соображениям.

С целью отмывки песка от органических загрязнений и его обезвоживания применяют *песковые бункера, гидроциклоны, гидравлические и механические пескопромыватели*. После такой обработки песок можно использовать для подсыпки и планировки территории или как строительный материал.

Отстойники.

Отстойники служат для задержания нерастворенных органических загрязнений, находящихся в сточной жидкости. Эти загрязнения выпадают на дно отстойников или всплывают на поверхность жидкости в них вследствие малой скорости ее протекания.

В зависимости от направления потока различают горизонтальные, вертикальные и радиальные отстойники. Разновидностью отстойников являются также отстойники-перегниватели, в которых происходит осветление сточной жидкости и одновременно перегнивание выпавшего осадка. К ним относятся двухъярусные отстойники и осветлители-перегниватели.

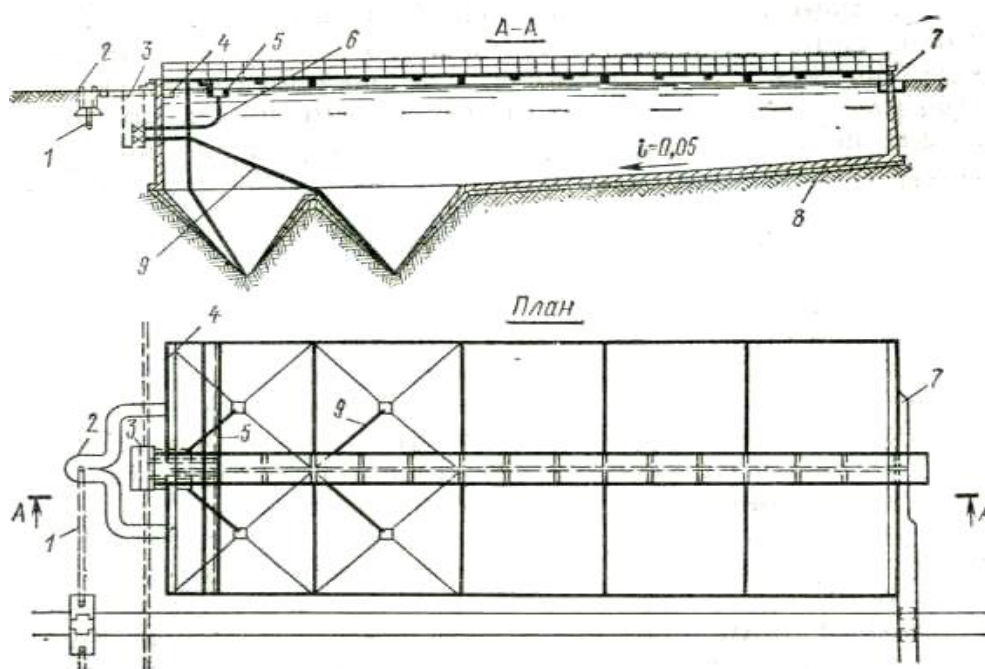
Отстойники применяют как сооружения предварительной очистки сточных вод перед сооружениями биологической очистки. В этом случае их называют первичными. Если по санитарным условиям достаточно только механической очистки сточных вод, то осветленные в отстойнике воды после дезинфекции сбрасывают в водоем.

При очистке бытовых сточных вод принимают не менее двух отстойников, при этом каждый из них является рабочим.

Основными исходными данными при расчете и проектировании отстойников служат продолжительность отстаивания и максимальная скорость протекания сточной жидкости. Эти величины для отстойников различных типов и назначений приведены в СНиП РК 4.01-02-2001 г.

Горизонтальный отстойник (см. рисунок 3.2) представляет собой прямоугольный в плане резервуар, разделенный на несколько отделений. Сточная жидкость поступает в отстойник с торцевой стороны, с малой скоростью проходит через него, а затем осветленная попадает в отводной канал.

Горизонтальные отстойники обычно применяют на очистных станциях производительностью более 15 000 м³/сут. Однако при наличии слабых грунтов с высоким уровнем грунтовых вод их можно применять и при меньшей производительности станции.



1 — дюкер; 2 — распределительная камера; 3 — иловый колодец; 4 — подводящий лоток; 5 — жировой лоток; 6 — жировая труба; 7 — сборный лоток; 8 — днище; 9 — иловая труба.

Рисунок 3.2 – Горизонтальный отстойник

Расчет горизонтальных отстойников состоит в определении размеров проточной (отстойной) и осадочной частей.

Расчетную глубину зоны отстаивания H принимают в пределах 1,5—4 м в зависимости от производительности очистной станции и необходимой эффективности выпадения взвешенных веществ (чем меньше H , тем выше эффективность выпадения взвешенных веществ).

Эффективность выпадения взвешенных веществ при полученной скорости выпадения взвеси определяют по СНиП РК 4.01-02-2001.

Количество выпадающего в первичных отстойниках осадка равно 0,8 л/сут на одного жителя. Влажность выгружаемого осадка составляет 95% при самотечном удалении и 93% при удалении плунжерными насосами.

В начале отстойника устраивается приямок для сбора осадка с углом наклона стенок 45°. Для сгребания осадка следует применять скребки. Из приямка осадок удаляется под действием гидростатического напора воды, равного 1,5 м, или откачивается плунжерными насосами.

Объем осадочной части отстойников принимают равным объему осадка, выпадающего за период не более 2 сут при удалении осадка под гидростатическим напором или за 8 ч при механизированном его удалении.

Между проточной и осадочной частями должен быть создан нейтральный слой высотой 0,3 м, считая от дна отстойника на выходе из него. Нейтральный слой необходим для предохранения выпавшего осадка от вымывания потоком воды.

Вертикальный отстойник представляет собой круглый, квадратный или прямоугольный в плане резервуар с конусным или пирамидальным дном. Вертикальные отстойники обычно применяют на очистных станциях производительностью до 20 000 м³/сут, располагающихся на плотных грунтах с низким уровнем грунтовых вод. Диаметр вертикальных отстойников принимают от 4 до 9 м, высоту отстойной части — от 2,7 до 3,8 м. Длина центральной трубы должна равняться расчетной высоте отстойной части. Уклон стенок осадочной части должен быть не менее 50°.

Объем осадочной части рассчитывают на хранение двухсуточного объема осадка. Осадок удаляется периодически не реже 1—2 раз в сутки самотеком по иловой трубе диаметром 200 мм под гидростатическим напором, равным 1,5 м.

Радиальный отстойник представляет собой круглый в плане резервуар малой глубины, в котором поток движется от центра к периферии. Сточные воды поступают в отстойник по центральной трубе, а осветленные отводятся по кольцевому лотку. Осадок сгребается к центру отстойника скребками, подвешенными к ферме. В центре отстойника устраивается приямок для сбора осадка. Удаление осадка осуществляется с помощью насосов. Радиальные отстойники применяют для очистных станций производительностью более, 20 000 м³/сут. Продолжительность отстаивания зависит от способа биологической и принимается такой же, как и для горизонтальных отстойников.

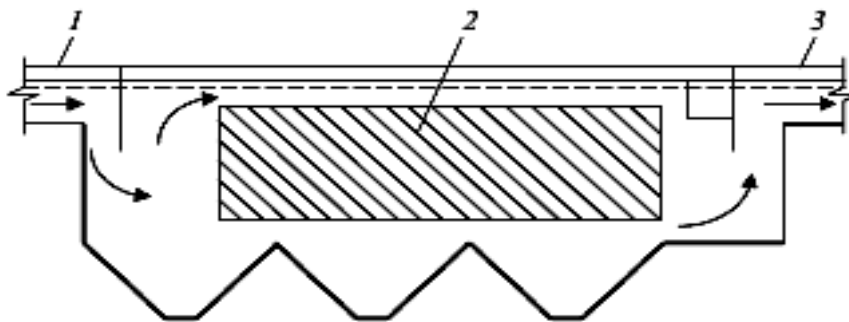
В последние годы проектируют и строят радиальные отстойники с периферийной подачей сточных вод. Водораспределительный желоб, расположенный на периферии отстойника, имеет постоянную ширину и переменную глубину. Так как в дне желоба впускные отверстия размещены на разном расстоянии друг от друга, обеспечивается постоянная поступательная скорость движения воды в желобе и поэтому осадок в желобе не выпадает. Поток жидкости направляется в нижнюю зону отстойника, а затем в центральную зону и вверх к водоотводящему кольцевому желобу. Такое

движение потока создает благоприятные условия для выпадения взвешенных веществ. Осадок отводится за пределы отстойника по иловой трубе.

В настоящее время все большее распространение находят полочные или тонкослойные отстойники. Они имеют водораспределительную, отстойную, водосборную и осадочную зоны (см. рисунок 3.3).

Отстойная зона разделена по высоте полками с расстоянием между ними до 15 см. Осадок сползает в иловый приямок, откуда его периодически удаляют. Всплывающие вещества собираются в пазухе между секциями и удаляются по лотку. Известен ряд конструкций тонкослойных отстойников.

Биофлокуляция – это метод интенсификации процесса отстаивания, заключающийся в добавлении к сточной воде активного ила (био пленки) и аэрации получившейся смеси. При этом эффективность осветления увеличивается до 60–80%, а снижение БПК – на 40–50%. Биофлокуляция осуществляется в таких сооружениях, как преаэраторы и бифлокуляторы.



1 – подача стоков; 2 – тонкослойный блок; 3 – отвод осветленной воды.

Рисунок 3.3 – Горизонтальный отстойник с тонкослойными блоками

Преаэраторы выполняются в виде отдельных, встроенных или пристроенных к первичным отстойникам сооружений. Предварительная аэрация увеличивает эффект осветления на 10–15%.

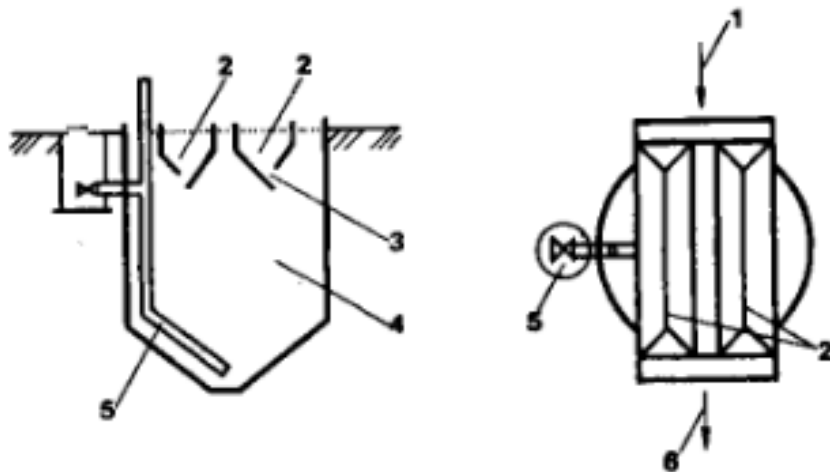
Биофлокуляторы создаются на базе горизонтальных, вертикальных и радиальных отстойников. Для этого в них оборудуются аэраторы, благодаря чему в отстойной зоне образуется взвешенный слой, способствующий осветлению фильтрующейся через него сточной воды.

В отстойники сточные воды поступают после решеток и песколовков зона осветления в двухъярусных отстойниках расположена в желобах, расположенных в верхней части сооружения и представляет собой горизонтальные отстойники.

Выпавшие взвешенные вещества через продольные щели попадают в септическую часть отстойника, где происходит уплотнение и сбраживание осадка. Нижние грани желобов перекрывают друг друга на 0,15 м, что

предотвращает загрязнение осветленной воды продуктами гниения, выделяющимися при брожении осадка.

Двухъярусные отстойники цилиндрической или прямоугольной формы с коническим или пирамидальным днищем (см рисунок 3.4).



1 – подача сточных вод; 2 – осадочные желоба; 3 – продольные щели; 4 – септическая часть; 5 – иловая труба; 6 – выпуск осветленной воды

Рисунок 3.4 – Двухъярусный отстойник

Глубина желоба 1,2–1,5 м. Расчет двухъярусного отстойника заключается в определении размеров осадочного желоба и иловой камеры.

Осадочный желоб рассчитывается как горизонтальный отстойник. При этом продолжительность пребывания воды в желобе принимается 1,5 часа.

Общий объем желобов определяется по формуле:

$$W_{жс} = q \cdot t, \quad (3.3)$$

где: q – расчетный расход, м³/сек;

t – продолжительность пребывания воды в желобе, сек.

Эффективность задержания взвешенных веществ в желобах составляет 40–50%. Скорость движения воды в них, назначают, 4–7 мм/сек.

Длина желобов L , м, принимается в соответствии с выбранным диаметром.

Обычно двухъярусные отстойники устраивают с двумя желобами. Одиночные желоба применяют при малых диаметрах отстойников (до 5–6 м).

Вместимость иловой камеры двухъярусных отстойников, приходящаяся на одного человека, принимают в зависимости от средней температуры сточной воды в зимнее время (см. таблицу 3.1).

Таблица 3.1 – Вместимость иловой камеры двухъярусных отстойников

Средняя зимняя температура сточных вод	6	7	8,5	10	12	15	20
Объем иловой камеры $W_{ил}$, л на одного человека	110	95	80	65	50	30	15
Продолжительность сбраживания, сут.	210	180	150	120	90	60	30

При последующей подаче воды на поля фильтрации вместимость иловой камеры двухъярусных отстойников может быть уменьшена, но не более чем на 20%.

Общий объем иловой камеры:

$$W_{общ} = W_{ил} \cdot N_{пр}, \quad (3.4)$$

где $N_{пр}$ – приведенное число жителей.

При наличии производственных сточных вод, близких по составу, дополнительный объем иловой камеры может быть определен по эквивалентному числу жителей и соотношения:

$$N_{э} = M_{сyx} / 65, \quad (3.5)$$

где: $M_{сyx}$ – суточное количество сухого вещества в осадке производственных сточных вод, г;

65 – количество осадка г, по сухому веществу, приходящееся на одного человека в сутки.

Нижнюю часть иловой камеры для лучшего сползания ила делают в виде конуса с углом наклона образующей, равным 30°.

Центральный слой между иловой камерой и щелью желоба принимают равным 0,5 м, возвышение борта двухъярусного отстойника над поверхностью воды 0,5 м.

К недостаткам можно отнести большой объем иловой части, что увеличивает стоимость сооружения, и большая глубина отстойника делает невыгодным их применение при высоком уровне грунтовых вод.

Наиболее распространены монолитные и из сборного железобетона двухъярусные отстойники, которые строятся по типовым проектам (см. таблицу 3.2)

Таблица 3.2 – Основные размеры типовых двухъярусных отстойников из монолитного и сборного железобетона

Основные параметры	Конструктивное исполнение сооружений						
	Монолитное				Сборное		
Диаметр, м	6	6	9	9	9	12	12
Общая высота, м	7,6	8,8	8,5	9,7	8,5	8,2	9,4
Пропускная способность, м ³ /час При периоде отстаивания 1,5 часа	13,7	13,7	37,5	37,5	31	67	67

Осадок из двухъярусных отстойников удаляется по иловой трубе диаметром не менее 150 мм под гидростатическим напором не менее 1,6 м.

При среднегодовой температуре воздуха до 3,5 °С отстойники пропускной способностью до 500 м³/сут. Располагают в отапливаемом помещении, а при 3,5–6 °С в не отапливаемом.

Эффект очистки по БПК_{полн.} на двухъярусных отстойниках достигает 25–60%, по взвешенным веществам 45–70%.

Усреднители.

Усреднитель – сооружение, предназначенное для выравнивания количества сточных вод и концентрации загрязняющих веществ, поступающих на очистку. Различают усреднители расходов и усреднители концентрации поступающих сточных вод. Как правило, производится усреднение веществ, находящихся в сточных водах в коллоидной или растворенной форме.

Использование метода усреднения позволяет оптимизировать работу всех очистных сооружений, сократить количество применяемых реагентов при физико-химических способах очистки, снизить затраты на электроэнергию, т.е. повысить экономический эффект, а также добиться оптимального режима эксплуатации сооружений биологической очистки.

При небольших расходах и периодическом сбросе воды используют контактные усреднители. Однако, как правило, применяют усреднители проточного типа, которые выполняются в виде многоканальных резервуаров или резервуаров с перемешивающими устройствами.

Различают следующие типы проточных усреднителей:

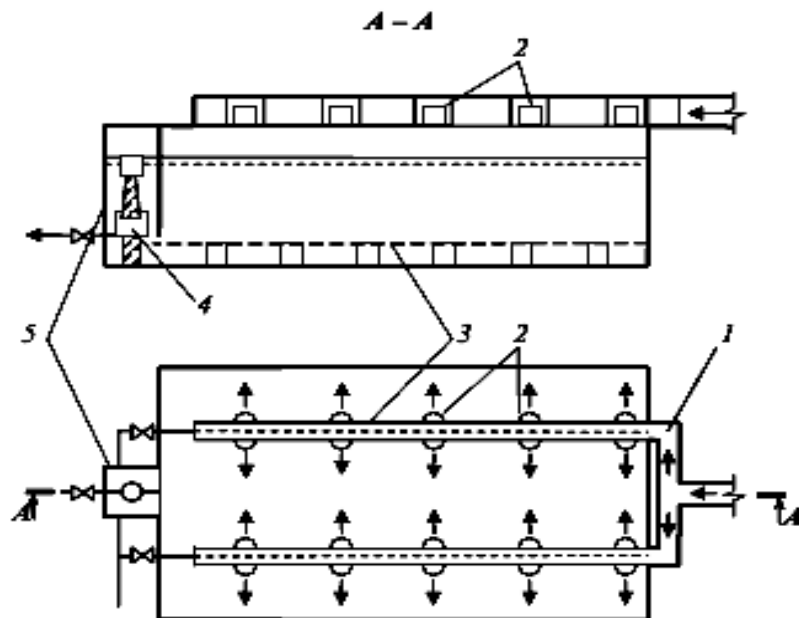
- многоканальные – прямоугольные (конструкции Ванякина Д.М.) и круглые (конструкции Шпилева Д.А.) в плане, с неравномерным распределением расхода воды по каналам;
- усреднители-смесители (усреднители с перемешивающими устройствами) барботажного типа и с механическим перемешиванием.

Тип усреднителя выбирается в зависимости от характера и количества нерастворенных компонентов (например, взвешенных веществ), а также динамики поступления сточной воды.

Многоканальные усреднители применяются для выравнивания залповых сбросов сточных вод с содержанием взвешенных веществ гидравлической крупностью до 5 мм/с при концентрации до 500 мг/л.

Усреднение в таких устройствах происходит путем распределения потока воды, который делится на несколько струй, протекающих по коридорам усреднителя. Коридоры имеют разную длину (или ширину), поэтому в сборном лотке смешиваются струи воды с различной концентрацией загрязнителей, поступивших в усреднитель в разное время.

Усреднитель-смеситель барботажного типа (см. рисунок 3.5) применяется для усреднения состава сточных вод с содержанием взвешенных веществ до 500 мг/л гидравлической крупностью до 10 мм/с при любом режиме их поступления.



1 – подающий лоток; 2 – впускные отверстия; 3 – барботер; 4 – выпускное устройство; 5 – выпускная камера.

Рисунок 3.5 – Усреднитель с барботированием воды

Усреднение в этом случае достигается с помощью интенсивного перемешивания, обеспечиваемого барботированием сточных вод воздухом.

Одним из важных условий эффективного усреднения является максимально равномерное распределение сточных вод по площади усреднителя барботажного типа. Для этого используются системы подающих лотков с придонными водосливными окнами или треугольными водосливами.

3.4 Сооружения физико-химической очистки сточных вод

Очистка сточных вод флотацией.

Методы очистки сточных вод, в основе которых лежат процессы, описываемые законами физической химии, называются *физико-химическими*.

В практике очистки сточных вод часто встречаются ситуации, когда биологические очистные сооружения не могут обеспечить эффективную работу, например, вследствие длительных перерывов в поступлении сточных вод, нестабильности энергоснабжения, и также присутствия в сточных водах соединений, токсичных для биоценозов, и ряда других. Особенность сооружений физико-химической очистки сточных вод — быстрота ввода в режим эксплуатации, что важно при решении задач жизнеобеспечения, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций.

В схемах станций очистки сточных вод населенных мест на разных этапах обработки воды могут применяться такие методы, как флотация, коагулирование и сорбция. Целесообразность включения их в состав очистных сооружений должна быть обоснована технико-экономическими расчетами.

Флотация — один из видов адсорбционно-пузырькового разделения, основанный на формировании всплывающих агломератов загрязнений с диспергированной газовой фазой (флотокомплексов) и последующим их отделением в виде концентрированного пенного продукта (флотошлама).

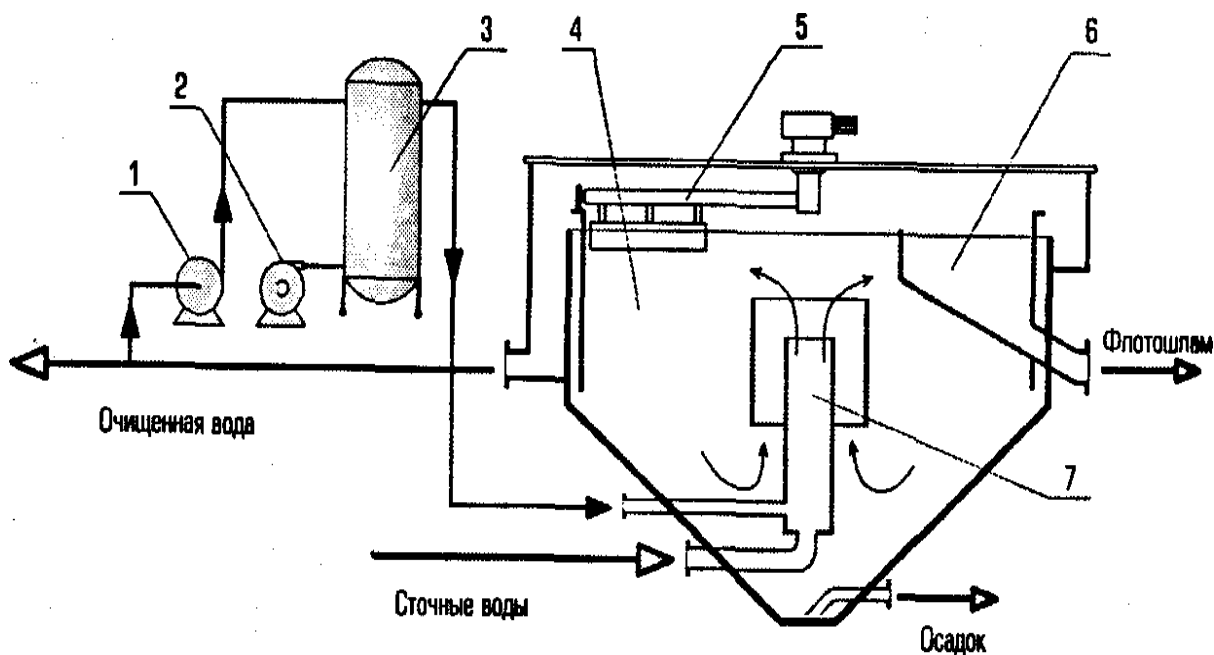
В соответствии с классификацией загрязнений городских сточных вод флотация позволяет осуществлять извлечение грубых пресных примесей, характеризуемых показателем «взвешенные вещества», наличием плавающих веществ (нефтепродукты, жиры и подобные вещества) и ПАВ.

В соответствии с классификацией загрязнений городских сточных вод флотация позволяет осуществлять извлечение грубодисперсных примесей, характеризуемых показателем «взвешенные вещества», наличием плавающих веществ (нефтепродукты, жироподобные вещества) и ПАВ.

В технологических процессах очистных сооружений населенных мест наибольшее применение имеет флотация с компрессионным получением диспергированной газовой фазы. Газовая фаза, получаемая этим способом, обладает большой удельной поверхностью и адгезионной активностью. Флотокомплексы, сформировавшиеся на ее основе, обладают высокой скоростью всплывания, достигающей 20 мм/с. Это существенно уменьшает период отделения загрязнений по сравнению с отстаиванием.

Функционально флотационные сооружения могут осуществлять задачи предварительного осветления поступающих сточных вод, доочистки сточных вод по взвешенным веществам и ПАВ, а также функции илоотделения на разных стадиях обработки осадков.

Флотационное сооружение состоит из камеры флотации и вспомогательного оборудования (см. рисунок 3.6).



1 – циркуляционный насос; 2 – компрессор; 3 — напорный бак;
 4 — камера флотации; 5 – скребковый механизм; 6 – сборник флотошлама; 7 — система распределения воды и водовоздушной смеси.

Рисунок 3.6 – Схема флотационного сооружения

По форме камеры флотации бывают прямоугольные или круглые в плане глубиной не более 3 м. Внутри камеры размещены устройства распределения поступающей на очистку воды и водовоздушной смеси, направляющие перегородки, устройства для поддержания постоянства положения уровня воды в сооружении, сбора и удаления осадков и флотошлама. В состав вспомогательного оборудования входит установка для насыщения воды воздухом при избыточном давлении 0,3–0,6 МПа.

Часть потока очищенной воды под давлением подается в напорный бак (сатуратор). Туда же компрессором подают воздух. Возможна также подача воздуха через водовоздушный эжектор, установленный на байпасной линии насоса. Количество подаваемого воздуха зависит от начальной концентрации загрязняющих веществ и может изменяться от 40 до 15 дм³ на 1 кг извлекаемых веществ при их начальной концентрации соответственно от 0,2 до 1 г/л. Насыщенная воздухом вода из сатуратора поступает во флотационную камеру, где происходит резкое снижение давления. Выделяющиеся пузырьки воздуха образуют с загрязнениями флотокомплексы, которые всплывают на открытую поверхность флотатора. Всплывающая масса непрерывно удаляется механизмами или скребания пены в пеносборник.

Применение флотации после сооружений полной биологической очистки городских сточных вод позволяет существенно улучшить многие показатели качества воды. В таблице 3.3 приведены данные по флотации биологически очищенных сточных вод.

Таблица 3.3 – Результаты флотационной обработки городских сточных вод после сооружений полной биологической очистки

Показатель	Сточные воды		Средний эффект очистки, %
	поступающие	очищенные	
Взвешенные вещества, мг/л	8-25	4-12	50
БПК ₅ , мг O ₂ /л	10-25	4,5-11	55
ХПК, O ₂ /л	40-110	24-39	45
ПАВ, мг/л	1,5-6,5	0,5-4,2	67

Кроме того, было отмечено удаление соединений азота на 15–20%, ионов железа на 23—26%, ионов хрома на 11—18%, эфириозвлекаемых веществ на 25—28%.

Среди других сооружений гравитационного отделения загрязнений флотаторы отличаются большей эффективностью, меньшими размерами, технологической гибкостью и управляемостью. Недостатками являются зависимость от электроснабжения и большее потребление электроэнергии.

Очистка сточных вод коагулированием.

Сточные воды населенных мест содержат 50—60% загрязнений, относящихся по физико-химическим свойствам к коллоидным. Коллоидные дисперсные частицы не осаждаются и не задерживаются обычными фильтрами. Их размер условно находится в интервале 1—100 нм. Они образуют устойчивые системы, по внешним признакам сходные с истинными растворами.

Для повышения эффективности очистки сточных вод от коллоидных загрязнений используют реагенты, называемые коагулянтами. Минеральные коагулянты — это гидролизующиеся соли металлов.

В качестве коагулянтов часто используют сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, алюминат натрия $NaAlO_2$, гидроксохлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$, реже — тетраоксосульфаты алюминия – калия и алюминия – аммония. Широкое распространение получил сульфат алюминия. При коагулировании сульфат алюминия взаимодействует с гидрокарбонатами, имеющимися в воде, или специально добавляемыми щелочными реагентами, образуя малорастворимые основания. В последнее время успешно применяют гидроксохлорид алюминия, для которого требуется меньший щелочной запас воды.

Железосодержащие коагулянты — это прежде всего сульфаты двух- и трехвалентного железа $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$, $Fe(SO_4)_4 \cdot 3H_2O$ и $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, а также хлорное железо $FeCl_3$. Поскольку железо обладает переходной валентностью, перечисленные реагенты могут применяться не только для коагулирования, но и для проведения реакций окисления-восстановления с последующей седиментацией.

Для интенсификации процессов отделения скоагулированных загрязнений применяют реагенты, называемые флокулянтами. Флокулянты

могут быть как неорганическими, так и органическими веществами. В последнее время для очистки сточных вод широко применяются высокомолекулярные соединения (ВМС). Молекула ВМС в воде может быть электронейтральна или нести заряд. В последнем случае вещество будет называться полиэлектролитом. Иногда полиэлектролиты полностью выполняют функции коагулянта и флокулянта.

Технологический комплекс для коагулирования сточных вод включает основные сооружения для смешивания обрабатываемой воды с раствором коагулянта, формирования крупных флокул оседающих соединений, осветления воды, а также вспомогательные сооружения и оборудование для хранения, приготовления и дозирования реагентов.

Для эффективного проведения коагуляции необходимо обеспечить наиболее благоприятные условия для протекания реакций гидролиза коагулянтов, взаимодействия с загрязнениями и формирования прочных хлопьев осадка. Поэтому смешение коагулянта с водой должно происходить так, чтобы сразу образовывалось большое количество мелких агрегатов, которые впоследствии станут центрами кристаллизации малорастворимых соединений.

Коагулянты смешивают с обрабатываемой сточной водой в смесителях. По конструктивным особенностям смесители бывают перегородчатые, дырчатые, шайбовые и вертикальные. Процесс формирования флокул осуществляют в камерах хлопьеобразования. По виду движения потока камеры хлопьеобразования могут быть водоворотные, перегородчатые, вихревые, а также с механическим перемешиванием.

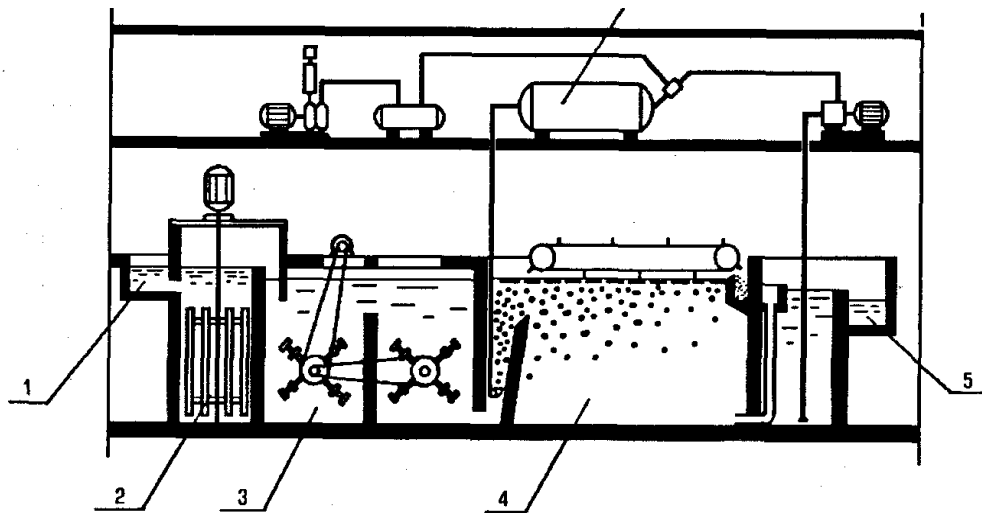
Отделение сформировавшейся дисперсной системы гидролизованного коагулянта и загрязнений происходит, как правило, в отстойниках вертикального, горизонтального или радиального типа. Возможно применение для этих целей флотаторов и осветлителей.

В технологии коагулирования городских сточных вод используют разные схемы, обеспечивающие наилучшие результаты очистки в конкретных условиях. Главные отличия этих схем заключаются в выборе точек ввода реагентов в технологической цепочке сооружений и режимов их подачи.

Для очистки городских сточных вод наиболее целесообразной является двухступенчатая схема отстаивания сточных вод.

На I ступени осуществляется отстаивание в первичном отстойнике без коагулянта, на II ступени — обработка сточных вод коагулянтами и флокулянтами с последующим осветлением в отстойнике или флотаторе.

На рисунке 3.7 дан пример технологического комплекса коагулирования сточных вод, выполненного в виде моноблока сооружений.



1 — подводящий канал сточных вод; 2 — механический смеситель;
 3 — камера хлопьеобразования; 4 — флотатор; 5 — отводящий канал очищенной воды; 6 — система приготовления водовоздушной смеси.

Рисунок 3.7 – Комбинированное сооружение физико-химической очистки сточных вод

Истинно растворенные и коллоидные органические загрязнения городских сточных вод характеризуются многообразием компонентов. Изучение состава растворенных органических загрязнений показало, что 62—66% соединений относятся к группе органических кислот, 8,2—9,6% проявляют свойства оснований, а 28,4—34,0% нейтральны.

С учетом адсорбции загрязнений на гидроксидах коагулированием удаляется 30—40% общей массы органических веществ, находящихся в растворе. Наибольшая эффективность очистки воды достигается по органическим основаниям (до 70%), наименьшая — по органическим кислотам (до 20%).

Соединения фосфора, находящиеся в растворенном состоянии, в процессе коагулирования образуют малорастворимые фосфаты алюминия, железа или кальция и выпадают в осадок. Сложные и нерастворимые формы фосфора удаляются путем сорбции на хлопьях гидроксидов. Удаление тяжелых металлов происходит в результате сорбции и осаждения их гидроксидов, полнота которого зависит от pH сточной воды и свойств самих металлов.

Таким образом, в процессе коагулирования и последующего отделения осадков и сточных вод могут быть достаточно полно удалены не только взвешенные вещества, но и органические коллоидные загрязнения, некоторые растворенные загрязнения, в том числе обладающие поверхностно-активными свойствами, соединения фосфора, соли тяжелых металлов и т. д.

Применение флотации для отделения скоагулированных загрязнений наряду с увеличением скорости извлечения загрязнений повышает эффективность очистки воды по взвешенным веществам, ПАВ, ХПК.

В таблице 3.4 приведены результаты коагулирования городских сточных вод, прошедших полную биологическую очистку, с последующей флотацией.

Таблица 3.4 – Результаты доочистки сточных вод коагулированием с последующей флотацией

Показатель	Сточные воды		Средний эффект очистки, %
	поступающие	очищенные	
Взвешенные вещества, мг/л	18-40	6-10	71
БПК ₅ , мг O ₂ /л	20-35	4,5-11	73
ХПК, мг O ₂ /л	90-170	35-70	60
ПАВ, мг/л	4-20	1,3-6	70

В качестве коагулянта использовано хлорное железо в количестве 0,5—1,0 мг-экв/л. Продолжительность обработки воды в компрессионном флотаторе — 20 мин. Коагулирование с последующим отстаиванием практически неэффективно в отношении удаления аммонийного азота. К другим недостаткам метода относятся необходимость применения реагентов и увеличение объемов отделяемых осадков.

Адсорбционная очистка сточных вод.

Сорбция — это равновесный динамический процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым веществом, жидкостью или газом. Поглощающее вещество называется сорбентом, а поглощаемое — сорбатом. Сорбция веществ поверхностным слоем твердого сорбента называется адсорбцией.

Сорбционные методы относятся к наиболее эффективным для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ. Сорбционная очистка может применяться самостоятельно или совместно с другими методами предварительной и глубокой очистки сточных вод.

В качестве сорбентов на городских очистных сооружениях применяют природные материалы, отходы некоторых производств и активные угли. Природные пористые материалы, такие, как торф, активные глины и производственные отходы — зола, коксовая мелочь, силикагели, алюмогели и др., обладают малой сорбционной емкостью и высоким сопротивлением фильтрации. Сорбционная емкость — это масса поглощенных загрязнений, приходящаяся на единицу объема или массы сорбента (кг/м³, кг/кг).

Сорбенты, используемые для очистки сточных вод, могут быть нерегенерируемыми и регенерируемыми. В последнем случае они подвергаются восстановлению с использованием регенеративной технологии, когда извлеченные вещества утилизируются, или деструктивной, при которой извлеченные вещества уничтожаются.

Для регенерации активных углей используют термические, химические или биологические методы. Летучие органические вещества удаляют высокотемпературной десорбцией воздухом (120—140°C), паром (200—300°C) или дымовыми газами (300—500°C). При химической регенерации органические соединения удаляют промывкой растворами кислот или щелочей.

Биологическая регенерация состоит в биохимическом окисления органических веществ в течение 10—20 ч. В зависимости от назначения сорбционной очистки применяются различные методы регенерации сорбента или его уничтожения.

Эффективными сорбентами, используемыми в технологии очистки городских сточных вод, являются гранулированные активные угли различных марок. Наибольшее распространение адсорбция получила на заключительных стадиях очистки сточных вод. Обусловлено это тем, что в составе поступающих сточных вод могут содержаться стойкие органические соединения, сброс которых со сточными водами ограничен.

Процесс сорбции осуществляют путем фильтрования сточных вод через слой плотно уложенного сорбента. После сооружений биологической очистки применяют безнапорные фильтры. Скорость фильтрования зависит от концентрации растворенных в сточных водах органических веществ и изменяется в пределах 1—12 м/ч при крупности зерен сорбента 0,8—5 мм. Наиболее рациональное направление фильтрования — снизу вверх, так как в этом случае происходит равномерное заполнение всего сечения фильтра и относительно легко вытесняются пузырьки воздуха и газов, попадающих в слой сорбента вместе со сточной водой.

В процессе адсорбционной доочистки из воды удаляются биохимически стойкие органические вещества, микроколичества ионов тяжелых металлов, радиоактивных изотопов, ртути, остаточный хлор, аммонийный азот, бактериальные и другие загрязнения. Ориентировочно принимается, что 1 кг угля снимает около 0,5 кг загрязнений, оцениваемых по ХПК. Результаты адсорбционной доочистки сточных вод приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Результаты работы адсорбционных фильтров после полной биологической очистки городских сточных вод

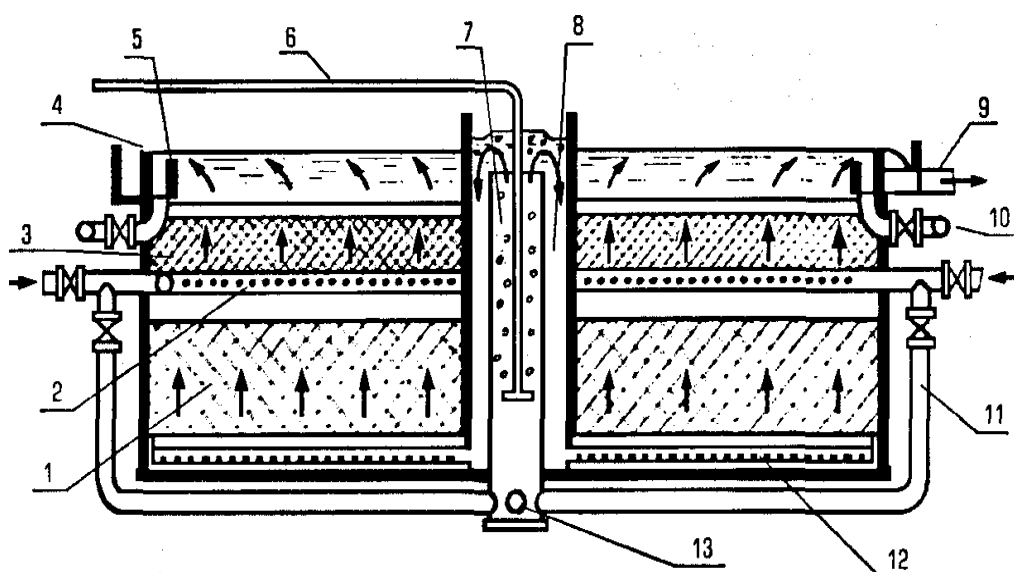
Показатель	Сточные воды		Средний эффект очистки, %
	поступающие	очищенные	
Взвешенные вещества, мг/л	10	1	90
ХПК _{общ.} , мг O ₂ /л	47	9,5	80
ХПК фильтрата, мг O ₂ /л	31	7	77
Общий органический углерод, мг/л	13	2,5	81

В процессе длительной работы адсорбционных фильтров на поверхности зерен загрузки образуется биопленка, которая нарушает их нормальную работу, увеличивает потери напора. Вместе с тем нарастающая биопленка способствует более глубокой очистке воды по ВПК и содержанию азота. Это явление было положено в основу разработки сооружения для глубокой очистки сточных вод — биосорбера.

В биосорберах сочетаются биохимические и физико-химические процессы, происходящие во взвешенном и плотном слоях активного угля. Схема установки дана на рисунке 3.8.

Резервуар заполнен двумя слоями сорбционной загрузки: нижний слой псевдооживленный, верхний - плотный. Направление движения воды снизу вверх. Скорость движения воды в нижнем слое 9 м/ч, в верхнем 3–5 м/ч. Окислительная мощность биосорбера по ВПК в 1,6–1,8 раза, а по ХПК в 4–6 раз выше окислительной мощности аэротенка. В биосорбере активированный уголь не требует отдельной регенерации.

Исходя из задач очистки сточных вод населенных мест сооружения физико-химической обработки могут быть основой технологического процесса или его частью в сочетании с другими сооружениями, например механической или биологической очистки.



1 — взвешенный слой активного угля; 2 — дренажная система; 3 — плотный слой активного угля; 4 и 5 — водосливы очищенной и промывной воды; 6 — воздуховод; 7 — эрлифт; 8 — камера дегазации; 9 и 10 — отвод очищенной и промывной воды; 11 — циркуляционный трубопровод; 12 — распределительная система подачи воды; 13 — подача сточных вод.

Рисунок 3.8 – Биосорбер конструкции ФГУП НИИВодгео

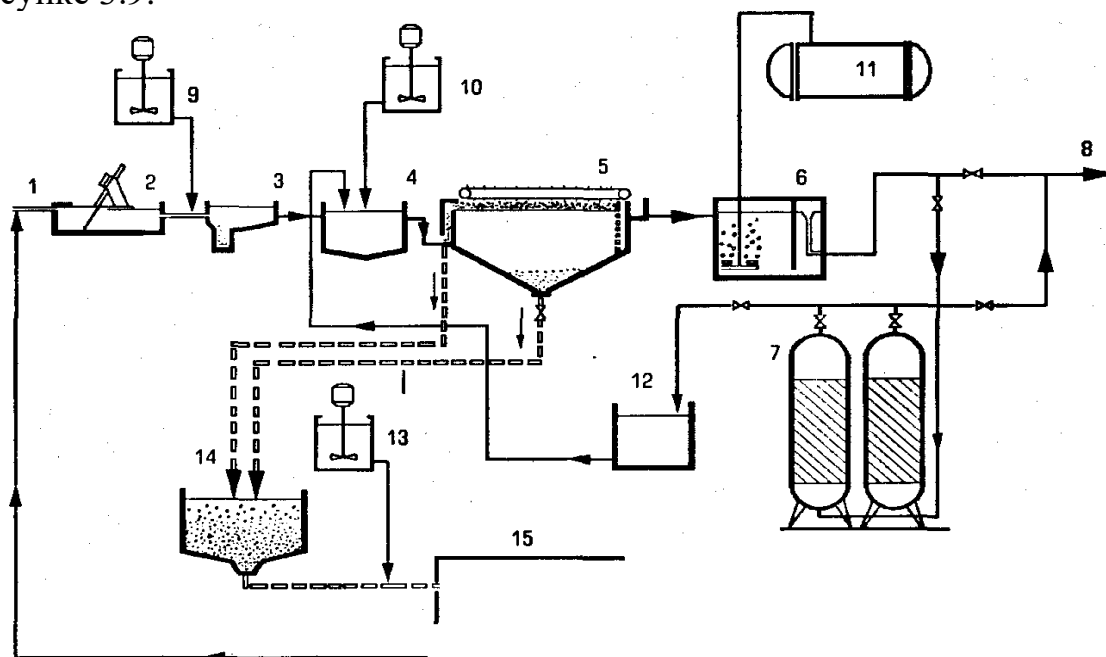
Наиболее простая схема станции физико-химической очистки сточных вод включает коагулирование и отделение с коагулированных загрязнений от воды в процессе отстаивания или флотации. Такая схема может быть реализована в короткий срок на базе как новых, так и старых сооружений механической очистки.

Существенное повышение эффективности очистных сооружений обеспечивается также путем сочетания реагентной обработки сточных вод с адсорбционной ступенью очистки — фильтрованием через слой активного угля. Так, при необходимости достижения глубокой очистки сточных вод на

очистных сооружениях с ограниченной территорией может быть применен технологический процесс по схеме: коагулирование → флотация → сорбция. Замена отстойников на флотаторы, имеющие зону осаждения тяжелых примесей, в несколько раз уменьшает продолжительность стадии отделения грубодисперсных примесей сточных вод.

Очистные сооружения, построенные по этой схеме, обеспечивают эффективность очистки сточных вод населенного пункта по показателям ХПК — 85%, БПК5 — 96, взвешенным веществам — 90, фосфатам — 95, ПАВ — 95, азоту общему — 57%. Эффективность снижения аммонийного азота существенно зависит от материала загрузки адсорбционных фильтров.

Принципиальная схема такой станции очистки сточных вод приведена на рисунке 3.9.



1,8 — подача сточных вод и отведение очищенной воды; 2 — решетка; 3 — песколовка; 4 — камера флокуляции; 5 — отстойник-флотатор; 6 — контактная камера; 7 — адсорбционные фильтры; 9 — подача коагулянта; 10, 13 — подача флокулянта; 11 — озонатор; 12 — резервуар грязных промывных вод; 14 — уплотнитель осадка; 15 — фильтр-пресс.

Рисунок 3.9 – Схема станции с трехступенчатой физико-химической очисткой сточных вод

При необходимости глубокого извлечения из сточных вод соединений азота технологические схемы дополняются ступенью очистки, основанной на одном из физико-химических приемов, обладающих избирательным действием, либо на биологическом процессе нитрификации — денитрификации.

Станции очистки сточных вод, сконструированные по более сложным схемам, отличаются высокой интенсивностью и глубиной удаления загрязнений по всем основным показателям. В ряде случаев это позволяет

использовать очищенные сточные воды в оборотных системах промышленных предприятий и сельском хозяйстве.

Схемы таких очистных сооружений, как правило, сочетают методы механической, физико-химической и биологической очистки воды. Причем технологические последовательности и сочетания их могут быть различными.

Поскольку физико-химические методы очистки сточных вод основаны на привлечении дополнительной энергии из внешних источников, затраты на их осуществление выше по сравнению с методами, в которых используется собственная энергия системы (механическими и частично биологическими).

3.5 Сооружения биологической очистки сточных вод

Биологические фильтры.

Биологические фильтры относятся к сооружениям биологической очистки сточных вод в искусственно созданных условиях.

По производительности биофильтры подразделяют на *капельные и высоконагружаемые*.

По способу подачи воздуха различают биофильтры *с естественной и искусственной вентиляцией*. Для капельных биофильтров используют естественную вентиляцию, для высоконагружаемых — как естественную, так и искусственную вентиляцию. В последнем случае биофильтры называют *аэрофильтрами*.

Капельные биофильтры. Капельные биофильтры состоят из следующих основных элементов: водонепроницаемого основания, дренажа, стенок (воздухонепроницаемых или воздухопроницаемых), фильтрующей загрузки и распределительного устройства. В плане капельные биофильтры могут иметь прямоугольную или круглую форму.

Сущность процессов, протекающих в биофильтре, такова. На поверхности зерен загрузки фильтра сорбируются нерастворенные и коллоидные загрязнения, образуя биологическую пленку, заселенную микроорганизмами. Попадая на эту пленку, растворенные загрязнения сточных вод окисляются микроорганизмами. Отмершая пленка смывается сточной жидкостью и выносится из тела биофильтра.

Осветленная в первичных отстойниках сточная жидкость периодически через специальное устройство равномерно распределяется по площади биофильтра. Пройдя через слой загрузки и дренаж, жидкость собирается системой лотков и отводится по ним во вторичный отстойник. Назначение вторичного отстойника состоит в задержании отмершей биологической пленки, выносимой из биофильтра.

Расчет капельного биофильтра заключается в определении объема загрузки, площади в плане, числа секций, размеров распределительных устройств и лотков для сбора очищенной жидкости.

Рабочая высота биофильтра равна 1,5—2 м.

Высоконагружаемые биофильтры. Эти фильтры отличаются от капельных особенностями конструктивного и эксплуатационного характера. К особенностям конструктивного характера относятся увеличение крупности зерен загрузки, изменение конструкции днища и дренажа, увеличение высоты загрузки. Особенности эксплуатационного характера состоят в уменьшении перерывов в подаче жидкости и повышении гидравлической нагрузки на 1 м² площади фильтра, что способствует вымыванию отмершей биологической пленки.

Капельные биофильтры применяют при расходе сточных вод не более 1000 м³/сут.

По принципу действия различают высоконагружаемые биофильтры, работающие на полную и неполную очистку.

По режиму работы высоконагружаемые биофильтры делят на работающие с рециркуляцией и без рециркуляции. Снижая БПК поступающих на биофильтры сточных вод, рециркуляция обеспечивает устойчивую работу фильтров.

По способу очистки высоконагружаемые биофильтры могут быть одноступенчатыми и двухступенчатыми. В первой ступени проводится частичная очистка воды, а во второй — полная.

По способу подачи воздуха различают высоконагружаемые биофильтры с естественной и искусственной вентиляцией.

По высоте высоконагружаемые фильтры делят на низкие (до 2 м) и высокие (2 м и выше).

По виду загрузки высоконагружаемые фильтры могут быть с объемной загрузкой (гравий, щебень, керамзит и пр.) и с плоскостной загрузкой (кольца или обрезки из керамических или пластмассовых засыпных элементов, жесткая загрузка в виде решеток или блоков из плоских или гофрированных листов и пр.).

Конструктивные особенности биофильтров. В качестве загрузочного материала для фильтров используют щебень и гальку прочных пород, а также керамзит и пластмассы. Крупность загрузочного материала для высоконагружаемых фильтров принимается равной 40—60 мм по всей высоте загрузки. Крупность материала нижнего поддерживающего слоя высотой 0,2 м составляет 60—100 мм. Крупность загрузочного материала для капельных биофильтров принимается равной 30—50 мм с постепенным увеличением по глубине.

Распределение сточной жидкости по поверхности биофильтров осуществляется неподвижными разбрызгивателями или подвижными реактивными оросителями. Наибольшее распространение из неподвижных разбрызгивателей получили спринклерные установки. Спринклерная установка состоит из дозирующего бака, распределительных труб и спринклеров. Спринклерные головки-насадки, установленные на вертикальных отростках, соединены с распределительными трубами, уложенными в теле биофильтра.

Для нормальной работы биофильтра необходима подача воздуха в достаточном количестве. В капельных биофильтрах обычно используется естественная вентиляция, создаваемая разностью температур наружного воздуха и тела биофильтра. В высоконагружаемых биофильтрах воздух подается вентиляторами в пространство между дренажем и днищем.

В последние годы в отечественной и зарубежной практике находят распространение биофильтры с пластмассовой загрузкой. Они имеют высокую производительность, обеспечивают хорошую очистку. Высоту таких биофильтров принимают равной 3—4 м. В качестве загрузки возможно применение блоков из поливинилхлорида, полистирола и других жестких, пластмасс.

Аэротенки.

Аэротенки относятся к сооружениям биологической очистки сточных вод в искусственно созданных условиях. Обычно их выполняют в виде длинных железобетонных резервуаров (коридоров) глубиной 3–6 м и шириной 6–10 м. Поступающая в аэротенк осветленная жидкость смешивается с активным илом. Активный ил — это скопление микроорганизмов, способных сорбировать на своей поверхности органические загрязнения и окислять их в присутствии кислорода воздуха. Смесь осветленной сточной жидкости и активного ила по всей длине аэротенка продувается воздухом.

В результате роста микроорганизмов и сорбции органических загрязнений масса ила в аэротенках непрерывно возрастает. С увеличением его концентрации в аэротенках увеличивается вынос активного ила из вторичных отстойников и снижается качество очищенной воды. Для предотвращения этого часть активного ила (избыточный активный ил) не возвращается в аэротенки, а направляется на илоуплотнители.

Процесс разложения органического вещества в аэротенке протекает в три фазы. В первой фазе происходит сорбция органических загрязнений на хлопьях активного ила и окисление легкоокисляющихся органических веществ. При этом ВПК сточной жидкости резко снижается. Во второй фазе окисляются трудноокисляющиеся органические вещества и происходит регенерация активного ила, т. е. восстановление его сорбирующей способности. В третьей фазе происходит нитрификация аммонийных солей.

Аэротенки можно применять для частичной и полной очистки сточных вод. Частичную очистку применяют, если местные условия позволяют использовать самоочищающую способность водоема.

Для обеспечения устойчивой работы аэротенков устраивают регенераторы — сооружения, в которых восстанавливается сорбирующая способность активного ила. Ил в регенераторах постоянно аэрируется. Под регенераторы обычно выделяют часть коридоров аэротенков. Существует ряд схем работы аэротенков. Кроме одноступенчатых аэротенков с регенерацией или без нее, применяют также аэротенки-смесители, двухступенчатые аэротенки и аэротенки со ступенчатой аэрацией.

Аэротенк-смеситель применяют обычно для очистки производственных сточных вод с высокой концентрацией органических загрязнений. В целях улучшения использования кислорода сточную жидкость подают в аэротенк-смеситель рассредоточенно по его длине.

Расчетный объем аэротенка зависит от расхода сточной жидкости, ее загрязненности органическими веществами, количества подаваемого воздуха и концентрации активного ила.

Расчетную площадь аэротенков разбивают на секции, каждая из которых состоит из нескольких коридоров (от двух до четырех). Часть коридоров (один — два) выделяется под регенераторы.

Сточная жидкость переходит последовательно из одного коридора в другой. Длина аэротенков обычно назначается в пределах 50—130 м. Отношение ширины коридора к рабочей глубине аэротенка следует принимать от 1 : 1 до 1 : 2.

Различают аэротенки с продувкой сточной жидкости сжатым воздухом и аэротенки с механической аэрацией. Воздух в аэротенки подается воздуходувками по системе воздуховодов. Распределение воздуха в аэротенке производится через пористые керамические материалы.

Расстояние между стояками принимается в пределах 20—40 м. Перфорированные трубы помещают с одной стороны коридора аэротенка вдоль его длины для обеспечения циркуляции потока в поперечном сечении. Отверстия в них диаметром 2—2,5 мм располагают на расстоянии 10—15 см друг от друга.

Фильтросные пластины располагают в один — три ряда также с одной стороны коридора аэротенков вдоль его длины.

Аэротенки-отстойники разработаны специально для очистки малого количества сточных вод. В аэротенках-отстойниках протекает одновременно несколько процессов аэрация, отстаивание и циркуляция активного ила. Большим достоинством аэротенков-отстойников является их компактность, возможность заводского изготовления и возможность компоновки.

В настоящее время разработаны типовые проекты очистных сооружений, оборудованных аэротенками-отстойниками пропускной способностью от 12 до 700 м³/сут.

В Эстонии разработаны аэротенки-отстойники типа БИО-25,50,100 м³/сут. В АОО НИИ КВОВ разработаны компактные аэротенки-отстойники типа КУ пропускной способностью 200; 400 и 700 м³/сут.

4 Охрана водных объектов и борьба с вредным воздействием вод

4.1 Факторы давления на водные ресурсы

Ежегодно возобновляемые ресурсы речного стока в стране составляют в среднем 100,5. В таблице 4.1 представлена сравнительная таблица использования вод (млн м³).

Таблица 4.1 – Сравнительная таблица использования вод (млн м³)

	Показатели	2000	2004	2009	2014	2019
1	Водозабор поверхностный	40700	36102	28807	19830	26434
	подземный морской	33464	31552	25597	18040	24495
		2596	2724	2013	1169	1174
		1816				765
2	Использовано воды в т.ч. на нужды:	31031	28460	22239	14058	20218
	хозяйственно-питьевые	1800	1414	1241	623	620
	производственные	5089	4835	4089	2803	4337
	орошение регулярное	21382	16705	12115	7628	8638
	орошение лиманное	-	4031	3679	2486	510
	сельхозводоснабжение	483	479	355	179	516
	обводнение пастбищ	-	515	327	130	94
	прудово-рыбное хозяйство	-	369	319	123	52
	прочие нужды	1052	62	72	82	3189
	залив сенокоса	-	-	-	-	2258
3	Водоотведение в т.ч.	9033	9001	7069	4055	6904
-	в поверхностные водные объекты	7470	7313	5780	3404	4178
	из них загрязненных	339	289	229	212	210
4	Оборотное водопотребление	-	12177	7906	4845	8120
5	Повторное водоснабжение	707	707	565	622	4122
6	Потери при транспортировке	6600	5217	5521	-	4657
7	Сброс загрязняющих веществ (тыс. тонн)					
	органические (БПК)	84,88	3,71	3,6	3,19	2,34
	нефтепродукты	0,1	0,19	0,33	0,43	0,22
	взвешенные вещества	8,9	15,24	12,2	11,0	50,8
	сульфаты	70,81	66,43	189,48	253,53	50047,71
	хлориды	16,85	35,18	399,48	263,07	4696,15

Системы управления качеством вод и водными ресурсами.

Дальнейшее развитие промышленного производства требует ряд неотложных мер: первое – уменьшение загрязнения на единицу продукции; второе – сокращение сброса сточных вод в водные объекты вплоть до полного прекращения.

В комплексе мер по первому направлению должны осуществляться

мероприятия по совершенствованию технологии производства, созданию повторно-оборотных и замкнутых систем водоснабжения, расширения использования водооборотных систем.

По второму направлению необходимо максимально использовать очищенные сточные воды коммунально-бытовых и промышленных объектов в местах их формирования, их образования на нужды промышленного производства, подготовленные коммунально-бытовые, промышленные и животноводческие стоки на сельскохозяйственных полях орошения.

Снижение показателей минерализации в воде рек связано с комплексом водоохранных мероприятий в орошаемой земледелии. Полностью исключить сброс в реку коллекторно-дренажных вод невозможно, из-за сложности технических решений.

В целях улучшения качества речной воды необходимо использовать дренажные воды в местах их формирования, реконструкции и строительство коллекторных сетей и каналов для отведения этих стоков в безопасные зоны.

Для улучшения качества речной воды необходимо требовать от сельхозпредприятий упорядочить и нормализовать использование минеральных удобрений и ядохимикатов в сельскохозяйственном производстве.

В число мероприятий, обеспечивающих снижение минерализации речной воды, должно быть включено опреснение части коллекторно-дренажного стока. Биологический метод очистки коллекторно-дренажных вод представляется наиболее перспективным.

Использование больших объемов коллекторно-дренажных вод в местах их формирования должно сопровождаться их подготовкой. Для этих целей наиболее перспективный метод электрохимической активации воды. При его использовании происходит деминерализация воды до 24–32%, с удалением иона магния до 100%, сульфатов до 29%, хлоридов до 26%.

Для предотвращения загрязнения поверхностных вод пестицидами необходимо прекратить использование в сельском хозяйстве препаратов, содержащих ртуть и мышьяк, ДДТ, бутофос и др. Необходимо развивать работы по внедрению биологических методов защиты растений.

Основные мероприятия и рекомендации, обеспечивающие снижение загрязнений водных ресурсов:

- определение и уточнение роли и ответственности правительственных органов, водохозяйственных организаций и других заинтересованных сторон в области качества водных ресурсов;
- определение потребностей и минимальных требований к экологическим попускам в бассейнах и низовьях рек;
- совершенствование существующих систем управления водой на основе интегрированного управления речными бассейнами;
- разработка бассейновых планов действий в области ИУВР, включая качество воды;
- совершенствование и гармонизация водного законодательства с

сопредельными странами в бассейнах трансграничных рек;

- разработка вопросов, связанных с экономической оценкой вод и платы за водопользование;

- определение размеров ущерба для водных объектов и размеров компенсации за загрязнение и истощение вод;

- внедрение международных требований по контролю качества воды и обеспечение минимального санитарно-экологического стока;

- сокращение потерь воды путем реконструкции оросительных систем, совершенствования техники полива, применения технологий повторного использования дренажной воды;

- создание водоохраных зон вдоль рек и других водных объектов;

- обеспечение поддержки принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) со стороны общественности, информирование населения, создание специальных образовательных программ.

Система управления качеством вод и водными ресурсами должна обеспечить:

- проведение объективной оценки водохозяйственной обстановки в бассейне реки;

- анализ альтернативных направлений бассейновой экологической и экономической политики и необходимых изменений структуры производства и потребления с целью надежного обеспечения экономики и населения качественной питьевой водой;

- функционирование комплексной системы мониторинга вод;

- формирование целевых программ улучшения и сохранения качества вод, как на региональном, так и на бассейнах рек, эффективность механизмов их реализации;

- эффективное использование механизмов регулирования использования вод, включая экономические и административные;

- образование и информирование широких слоев населения с целью большого понимания значения воды и мотивация населения на действия по сохранению и восстановлению качества вод.

Основными принципами управления качеством вод и водными ресурсами признаны:

- принцип устойчивости – водохозяйственная деятельность должна быть направлена на удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для будущих поколений;

- принцип экосистемного подхода;

- принцип неразрывности вод одного речного бассейна в пространстве и во времени: бассейновая интеграция и территориальная координация;

- принцип относительности;

- экономическая оправданность;

- техническая соразмерность;

- принцип предусмотрительности – должно быть обеспечено как можно меньшее воздействие хозяйственной деятельности на состояние вод;

- принцип предосторожности – меры по предупреждению возможного вредного воздействия хозяйственной деятельности на состояние вод не должны откладываться на том основании, что исследования не установили в полной мере причинно-следственные связи между этими воздействиями с одной стороны и влияния этих воздействий на состояние вод с другой стороны;

- принцип «водопользователь платит»;

- принцип превентивности – предупредить вредное воздействие хозяйственной деятельности на состояние вод легче, чем потом бороться с последствиями этого воздействия.

Снижение потребления воды.

Наибольший объем воды расходуется на орошение земель. Вторым по величине потребления воды служит промышленно-энергетический комплекс. Для экономии водных ресурсов в промышленно-энергетическом комплексе необходимо внедрить маловодные технологии и оборотное водоснабжение. При осуществлении указанных мероприятий потребность в воде промышленно-энергетического комплекса может быть снижена вдвое.

Удельные средневзвешенные расходы воды брутто на один гектар орошаемой площади на современном этапе составляет 14,87, нетто – 9,5 тыс. м³ на гектар. Средневзвешенный КПД оросительных систем составляет 0,68 с колебаниями от 0,55 до 0,80.

При осуществлении технических решений средневзвешенный КПД систем может быть доведен до 0,75. В этих целях на действующих земляных каналах необходимо осуществить строительство бетонных и железобетонных облицовок, покрытий с использованием грунтовых и полимерных экранов. Внутрихозяйственную сеть в земляных каналах заменить лотками и трубопроводами. Важнейшим мероприятием, обеспечивающим экономию воды в орошении, служит совершенствование техники полива. В этих целях необходимо максимально использовать средства механизации и автоматизации полива и другие. Важнейшим направлением в экономии водных ресурсов является рациональное использование коллекторно-дренажного стока, величина которого в бассейне Аральского моря оценивается порядка в 30–35 км³ в год. Утилизация дренажного стока должна проводиться в направлениях создания каскадных систем орошения с использованием его в местах формирования.

4.2 Охрана водных объектов

Водные объекты подлежат охране от: природного и техногенного загрязнения вредными опасными химическими и токсическими веществами и их соединениями, теплового, бактериального, радиационного и другого загрязнения; засорения твердыми, нерастворимыми предметами, отходами производственного, бытового и иного происхождения; истощения.

Водные объекты подлежат охране с целью предотвращения: нарушения экологической устойчивости природных систем; причинения вреда жизни и

здоровью населения; уменьшения рыбных запасов и других водных животных; ухудшения условий водоснабжения; снижения способности водных объектов к естественному воспроизводству и очищению; ухудшения гидрологического и гидрогеологического режима водных объектов; других неблагоприятных явлений, отрицательно влияющих на физические, химические и биологические свойства водных объектов.

Охрана водных объектов осуществляется путем: предъявления общих требований по охране водных объектов ко всем водопользователям, осуществляющим любые виды пользования ими; предъявления специальных требований к отдельным видам хозяйственной деятельности; совершенствования и применения водоохраных мероприятий с внедрением новой техники и экологически, эпидемиологически безопасных технологий; установления водоохраных зон, защитных полос водных объектов, зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения; проведения государственного и других форм контроля за использованием и охраной водных объектов; применения мер ответственности за невыполнение требований по охране водных объектов.

Центральные и местные исполнительные органы областей (города республиканского значения, столицы) в соответствии с законодательством Республики Казахстан принимают совместимые с принципом устойчивого развития меры по сохранению водных объектов, предотвращению их загрязнения, засорения и истощения, а также по ликвидации последствий указанных явлений.

Физические и юридические лица, которые влияют на состояние водных объектов, обязаны соблюдать экологические требования, установленные экологическим законодательством Республики Казахстан, и проводить организационные, технологические, лесомелиоративные, агротехнические, гидротехнические, санитарно-эпидемиологические и другие мероприятия, обеспечивающие охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения.

Загрязнением водных объектов признается сброс или поступление иным способом в водные объекты предметов и загрязняющих веществ, ухудшающих качественное состояние и затрудняющих использование водных объектов.

В целях охраны водных объектов от загрязнения запрещается:

- применение ядохимикатов, удобрений на водосбросной площади водных объектов. Дезинфекционные, дезинсекционные и дератизационные мероприятия по водосбросной площади и зоне санитарной охраны водных объектов проводятся по согласованию с уполномоченным органом в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

- сброс и захоронение радиоактивных и токсичных веществ в водные объекты;

- сброс в водные объекты сточных вод промышленных, пищевых объектов, не имеющих сооружений очистки и не обеспечивающих в соответствии с нормативами эффективной очистки;

- проведение на водных объектах взрывных работ, при которых используются ядерные и иные виды технологий, сопровождающиеся выделением радиоактивных и токсичных веществ;

Охрана водных объектов от засорения.

Засорением водных объектов признается попадание в них твердых, производственных, бытовых и других отходов, а также взвешенных частиц, в результате чего ухудшается гидрологическое состояние водного объекта и затрудняется водопользование.

Сброс в водные объекты и захоронение в них твердых, производственных, бытовых и других отходов запрещается.

Не допускается засорение водосбросных площадей водных объектов, ледяного покрова водных объектов, ледников твердыми, производственными, бытовыми и другими отходами, смыв которых повлечет ухудшение качества поверхностных и подземных объектов.

Охрана водных объектов от истощения.

Истощенностью водных объектов признается уменьшение минимально допустимого уровня стока, запасов поверхностных вод и сокращение запасов подземных вод.

В целях предотвращения истощенности водных объектов физические и юридические лица, пользующиеся водными объектами, обязаны: не допускать сверхлимитного безвозвратного изъятия воды из водных объектов; не допускать на территории водоохраных зон и полос распашки земель, купания и санитарной обработки скота, возведения построек и ведения других видов хозяйственной деятельности, приводящих к истощению водных объектов; проводить водоохранные мероприятия.

Водоохранные мероприятия, направленные на предотвращение водных объектов от истощения, проводимые физическими и юридическими лицами, предварительно согласовываются с уполномоченным органом в области использования и охраны водного фонда, уполномоченным государственным органом в области охраны окружающей среды и уполномоченным органом по изучению и использованию недр.

Водоохранные зоны и полосы водных объектов и водохозяйственных сооружений.

Для поддержания водных объектов и водохозяйственных сооружений в состоянии, соответствующем санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям, для предотвращения загрязнения, засорения и истощения поверхностных вод, а также сохранения животного и растительного мира устанавливаются водоохранные зоны и полосы с особыми условиями пользования.

Водоохранные зоны, полосы и режим их хозяйственного использования устанавливаются местными исполнительными органами областей по согласованию с уполномоченным органом в области использования и охраны водного фонда на основании утвержденной проектной документации, согласованной с уполномоченным органом в области охраны окружающей

среды, центральным уполномоченным органом по управлению земельными ресурсами, а в селеопасных районах дополнительно и с центральным исполнительным органом Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям.

В лесах, расположенных на водоохраных зонах и прибрежных защитных полосах, осуществление рубок главного пользования запрещается. Разрешается проведение рубок промежуточного пользования и других лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих охрану водных объектов.

Предоставление в пользование лесов водоохраных зон осуществляется по согласованию с уполномоченным органом в области использования и охраны водного фонда в соответствии с лесным и водным законодательством Республики Казахстан. Правила установления водоохраных зон и полос утверждаются Правительством Республики Казахстан.

Зоны санитарной охраны.

В целях охраны вод, используемых для питьевого водоснабжения, лечебных, курортных и иных оздоровительных нужд населения, местными исполнительными органами областей (города республиканского значения, столицы) устанавливаются зоны санитарной охраны.

Порядок установления зон санитарной охраны и санитарных защитных полос определяется уполномоченным органом в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Водные объекты, на которых в результате хозяйственной деятельности или природных процессов происходят изменения, угрожающие здоровью населения, животному и растительному миру, состоянию окружающей среды, могут объявляться зонами чрезвычайной экологической ситуации или экологического бедствия. Чрезвычайная экологическая ситуация на водных объектах или бассейнах рек и месторождениях подземных вод объявляется Правительством Республики Казахстан.

Земельные участки в водоохраных зонах и полосах водных объектов и водохозяйственных сооружений могут быть предоставлены во временное пользование физическим и юридическим лицам в порядке, установленном законодательным актом Республики Казахстан о земле, с условием соблюдения установленных требований к режиму хозяйственной деятельности. Государственный контроль за соблюдением требований к режиму хозяйственной деятельности на водоохраных зонах и полосах осуществляется уполномоченным органом в области использования и охраны водного фонда, уполномоченным государственным органом в области охраны окружающей среды, центральным уполномоченным органом по управлению земельными ресурсами в пределах их компетенции.

Особенности охраны подземных водных объектов.

Физические и юридические лица, производственная деятельность которых может оказать вредное влияние на состояние подземных вод, обязаны вести мониторинг подземных вод и своевременно принимать меры по предотвращению загрязнения и истощения водных ресурсов и вредного

воздействия вод.

На водосборных площадях подземных вод, которые используются или могут быть использованы для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, запрещается размещение захоронений радиоактивных и химических отходов, свалок, кладбищ, скотомогильников и других объектов, влияющих на состояние подземных вод. Запрещается орошение земель сточными водами, если это влияет или может повлиять на состояние подземных вод.

Малые водные объекты и особенности их охраны. К малым водным объектам относятся естественные водные объекты, имеющие следующие размеры: по замкнутым водным объектам – с площадью водного зеркала до десяти гектаров; по рекам - водотоки длиной до двухсот километров.

Использование водных ресурсов малых водных объектов, как правило, осуществляется в порядке общего водопользования. Использование водных ресурсов малых водных объектов в порядке специального водопользования возможно после изучения уполномоченным органом в области использования и охраны водного фонда последствий такого водопользования на их состояние и при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы. В целях предотвращения истощения, загрязнения и деградации малых водных объектов в бассейновых программах комплексного использования и охраны водных объектов и в региональных программах местных исполнительных органов областей отдельно предусматривается комплекс мероприятий по их защите и восстановлению.

4.3 Водохозяйственные мероприятия и их влияние на окружающую среду

Общая оценка последствий гидротехнического строительства.

Среди разнообразных видов антропогенной деятельности создание водохозяйственных систем приводит, как правило, к наиболее заметным изменениям в природных условиях. Эти изменения обусловлены масштабами осуществленных мероприятий, физико-географическими условиями рассматриваемого района и совокупностью ряда обстоятельств, в числе которых большое значение имеют социальные факторы.

Интенсивное развитие водохозяйственного строительства, нашло выражение в создании крупных гидроузлов многоцелевого назначения и сопутствующих им больших водохранилищ, в прокладке каналов значительной протяженности с расходами воды до нескольких сотен кубометров в секунду, в орошении и осушении массивов площадью в сотни тысяч гектаров. Возрастают объемы перераспределения речного стока и ведется подготовка Казахстана межрегиональному перераспределению водных ресурсов.

Ряд существенных крупных водохозяйственных мероприятий повлек за собой заметные изменения в окружающей среде, а в некоторых случаях вызвал отрицательные необратимые процессы в природных экосистемах.

Последствия, вызываемые гидротехническим строительством, могут быть как положительными, так и отрицательными. Положительное влияние обычно определяется народнохозяйственным значением построенной системы, в первую очередь ее ролью в улучшении условий жизни населения и развития экономики данного района.

Все изменения в окружающей среде, вызываемые водохозяйственными мероприятиями, следует прежде всего различать по территориальному признаку. При этом можно выделить три характерных зоны: отъема или искусственного аккумуляирования воды; транзита воды; доставки и распределения воды.

Последствия водохозяйственного строительства могут проявляться непосредственно и косвенно. К числу первых относятся изменения водного баланса, затопление берегов и дна рек при создании водохранилищ, изменения гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режима рек, озер, водохранилищ и т.д. Косвенные последствия возникают через более продолжительный период времени с начала эксплуатации водохозяйственной системы и заключаются в изменении растительности, животного мира, усыхании болот, небольших водоемов и водотоков, снижении или повышении уровней подземных вод. Отрицательные последствия водохозяйственной политики бывают обратимыми и необратимыми. Под первыми из них подразумевают такие, ликвидация и локализация которых возможна с использованием известных мер при соответствующих финансовых затратах. Необратимые последствия характеризуются возникновением интенсивно развивающихся процессов, сопровождающихся разрушением сообщества существующих природных экосистем.

Влияние водохранилищ на природные условия.

Создание водохранилищ позволяет обеспечить аккумуляирование речного стока и его регулирование во времени для нужд различных водопользователей. В настоящее время в Казахстане имеется свыше 180 водохранилищ объемом более 1 млн м³ каждое. При этом их общий объем превышает 90 км³. Как правило, все крупные искусственные водоемы предназначены для многолетнего использования.

Водоохранилища обладают многофакторными связями с окружающей средой, которая в свою очередь, оказывает влияние на их режим. Характер изменения природных условий обусловлен физико-географическими особенностями района, параметрами водохранилища и режимом его эксплуатации.

Наиболее заметное влияние на окружающую среду оказывают крупные водохранилища с полным объемом больше 1 км³ и площадью зеркала свыше 100 км² – Бухтарма, Капчагай, Чардара.

Затопление и подтопление территорий.

Наиболее заметное влияние проявляется при затоплении значительных площадей, большая часть которых была занята сельскохозяйственными или лесными угодьями. Компенсация их довольно часто связана с затруднениями,

вследствие чего сельскохозяйственному производству причиняется соответствующий ущерб. При создании водохранилищ различают зоны постоянного и временного затопления, а также зону подтопления. Зона постоянного затопления навсегда исключается из прежнего хозяйственного использования, но одновременно земля, находясь под водой, начинает выступать в новом качестве. Она создает материальные ценности в виде электроэнергии, вырабатываемой гидростанциями, рыбной продукции, выращенной в водохранилище, дополнительной сельскохозяйственной продукции, полученной за счет орошения и т. д.

Зона временного затопления включает в себя площади, находящиеся в затопленном состоянии в течение непродолжительного времени. Обычно это земли, расположенные выше НПУ, которые можно использовать под сенокосы и пастбища или для других целей.

Образование зон подтопления связано с подъемом уровня подземных вод после затопления водохранилища. Этот процесс протекает очень медленно и обусловлен фильтрационными свойствами грунтов, режимом уровней водохранилища и притоком грунтовых вод извне. Ширина зоны подтопления в ряде случаев может быть значительной. Повышение уровня грунтовых вод сопровождается заболачиванием земель, подтоплением ряда объектов, ухудшением санитарных условий местности. Одновременно с этим наблюдается смена растительных ассоциаций и изменение животного мира.

Русловые процессы.

Частые колебания уровней в водохранилище и связанное с этим переувлажнение масс грунта вызывают размывы и обрушение берегов; эти процессы усиливаются и динамическим воздействием волн. Наиболее характерны указанные явления для начального периода эксплуатации, особенно во время штормов когда обрушивается большие объемы грунта. В дальнейшем эти процессы постепенно затухают.

Повышение уровня подземных вод при затоплении вызывает оползневые явления, особенно в условиях лессовидных грунтов.

Осаждение наносов в верхнем бьефе существенно уменьшает их годовой сток ниже гидроузла. Кроме того, прекращение поступления мельчайших наносов в нижний бьеф снижает плодородие пойменных земель, что вызывает необходимость внесения искусственных удобрений.

Гидрологический режим.

Создание водохранилищ обеспечивает выравнивание колебаний среднегодового стока, что имеет положительное значение. Достаточные регулирующие емкости позволяют уменьшать расходы в период паводков, вследствие чего сокращаются затопления в нижнем бьефе, а в межень период дополнительные попуски из водохранилища обеспечивают несколько повышенные по сравнению с естественными условиями уровни и расходы воды.

Одновременно с этим могут происходить размывы в нижнем бьефе, интенсивность которых обусловлена напором, расходами и скоростью течения,

а также типом грунтов, слагающих русло реки, что наносит ущерб сельскому и рыбному хозяйству.

Образование водохранилищ сокращает амплитуду колебаний уровней, как внутри сезонов, так и на протяжении года. Это относится к большинству гидроузлов на равнинных реках. Последствием создания водохранилищ является общее замедление водообмена в речной системе, что приводит к серьезным изменениям гидрохимического и гидробиологического режимов.

Существенно меняется температурный режим зарегулированного речного стока. Весной в нижний бьеф поступает более холодная вода, а осенью и зимой – более теплая. Заметные перемены происходят и в ледовом режиме. Удлиняется период ледостава, увеличивается толщина льда на 10–20% по сравнению с естественными условиями.

По сравнению с первоначальными условиями существенно возрастают потери на испарение. Существенны также потери на фильтрацию в чаше водохранилищ.

Изменение климата.

Изучение влияния водохранилищ на климат пока находится в начальной стадии, поэтому результаты отдельных наблюдений не могут претендовать на исчерпывающую полноту. Установлено, что степень этого влияния зависит от географического расположения водохранилища, его объема, средней глубины, площади зеркала. Водоемы, созданные в южных широтах способствуют частичному преобразованию существующего ландшафта.

Наиболее крупные из них вызывают незначительное снижение среднегодовой температуры воздуха и особенно средней за вегетационный период. Иногда наблюдается некоторое увеличение количества атмосферных осадков, что благоприятно для сельского хозяйства.

Более заметные изменения вносят водохранилища, созданные в северных широтах: повышение общей увлажненности и снижение континентальности местного климата.

Создание крупных водоемов на севере иногда вызывает сокращение продолжительности вегетационного периода в зонах, прилегающих к ним, что оказывает неблагоприятное влияние на условия роста сельскохозяйственных культур.

Качество воды.

В отличие от водохранилищ каналы переброски стока отличаются более сложным сочетанием источников их загрязнения. Обычно эти трассы имеют большую длину, в пределах которой располагается сравнительно немного очистных сооружений и пунктов контроля качества воды. На всем протяжении канала в него могут смываться загрязнения с поверхности прилегающих земель и поступать неучтенные промышленные и бытовые стоки. С учетом приведенных обстоятельств самоочищающая способность канала постепенно начнет ухудшаться. Поэтому поддержание надлежащего качества воды по трассам переброски речного стока – сложная задача.

Влияние орошения на природные условия.

Общеизвестными являются положительные последствия развития орошения. В их числе следует назвать расширение границ культурного земледелия с целью получения высоких гарантированных урожаев, а также удовлетворение потребностей сопутствующих участников мелиоративных комплексов, в частности водоснабжения, рыбоводства и рекреаций. Значительны и социальные последствия мелиоративного строительства, выражающиеся в повышении материального и духовного уровня жизни людей. Вместе с тем быстрый рост орошаемых массивов начинает оказывать все более заметное влияние на природную среду. Одним из видов отрицательного влияния орошения на окружающую среду является рост объемов возвратных вод. В этих водах содержатся различные соли, вымываемые из почвогрунтов, а также удобрения, пестициды и животноводческие стоки.

Сокращение расходов рек вследствие развития орошения и сопутствующих водопользователей в сочетании с ростом минерализации возвратных вод и действием других антропогенных факторов заметно способствует общему снижению качества природных вод. Примером в этом орошении могут быть реки – Сырдарья, Амударья, Талас, Шу и др.

Президент Республики Казахстан в своем послании «Стратегия «Казахстан-2050» указывает на возникновении глобальной угрозы, связанной с загрязнением и нехваткой пресной воды. Государство поставило цель, заключающуюся в обеспечении стабильного водоснабжения для потребностей людей и сельского хозяйства. Также важным условием является сохранение водных ресурсов, защита от загрязнения, развитие экотуризма. Водные объекты Республики Казахстан подвержены рискам, связанным с высоким уровнем испарения воды с поверхности морей и озер. В связи с этим требуется большой объем воды для поддержания водных экосистем. Если не предпринимать никаких мер по сохранению и восстановлению водных ресурсов, то это может привести к следующим последствиям: - деградация рек, озер, в особенности Северный Арал, оз. Балхаш, р. Или в результате снижения поступлений и загрязнения воды; - к созданию системы нормирования потребления воды в гидроэнергетике, в сельском хозяйстве; - к возможным перебоям водоснабжения и другие.

5 Речные бассейны Республики Казахстан

Балхаш-Алакольский речной бассейн.

1) Общая характеристика Балхаш-Алакольского бассейна (БАБ): территория – 400 тыс. км²; координаты – 73-83⁰ ВД, 43-48⁰ СШ; численность населения – 2,8 млн чел.; расселение — городское население 1,7 млн чел. в 35 городах и поселках городского типа, сельское 1,1 млн чел. – в 1050 сельских населенных пунктах; крупные города — Алматы, Талдыкорган, Балхаш; площадь сельхозугодий — 31,0 млн га; административное устройство: Алматинская область, части Карагандинской, Жамбылской и Восточно-

Казахстанской областей.

2) Водные ресурсы Балхаш-Алакольского бассейна.

Поверхностные водные ресурсы: более 50 тысяч рек и мелких водотоков, 95% водного стока сосредоточено в 450 реках; около 24 тыс. озер и искусственных водоемов; основная водная артерия бассейна — р. Или, главные озера — водохранилища: оз. Балхаш, оз. Алаколь.

Трансграничные водные ресурсы — 50% от общего объема (КНР).

Тобол-Торгайский речной бассейн.

В зону обслуживания Тобол-Торгайского БВУ входит Костанайская область и Иргизский региональный участок Актюбинской области, в пределах бассейнов рек Тобол, Торгай и Иргиз. Общая площадь обслуживаемой территории составляет 283 тыс. км². Численность населения в зоне обслуживания 1050,0 тыс. чел, 3,7 человек/км². В зоне обслуживания насчитывалось (на 01.01.2006 г.) 19 районов, 4 города и 297 сельских акиматов.

Главными водными артериями ТТБВУ являются реки Тобол, Торгай и Иргиз с их притоками. Насчитываются длиной от 10 до 50 км – 290 водотоков; реки длиной до 100 км – 21; до 200 км – 13; 300 км – 4; до 500 км – 2 (Убаган, Уй); до 1000 км – 2 (Торгай, Иргиз) и более 1000 км – 1 (Тобол).

По характеру поверхности делят на четыре района: Зауральское плато, Костанайская равнина, Торгайская столовая страна, Западная окраина казахской складчатой страны. В пределах ТТБВУ находится более 5000 озер, суммарная площадь которых составляет около 3% общей площади территории БВУ. 80% озер имеют площадь зеркала менее 1 км², около 20% озер в северной части и 60% в южной части относятся к соленым водоемам. Самые крупные водохранилища и озера – 3 (Верхнее-Тобольское водохранилище с емкостью – 816 млн м³, Каратомарское водохранилище с емкостью – 586 млн м³ и озеро Кушмурун с емкостью выше 500 млн м³ и площадью (зеркало 460 км²); с емкостью озер до 500 млн м³ – 7 озер и до 100 млн м³ – 8 озер, остальные мелкие.

Иртышский речной бассейн.

В бассейне р. Иртыш проживает 2,5 млн человек. Здесь расположены крупные промышленные центры: Усть-Каменогорск, Семипалатинск, Павлодар, не говоря уже о многочисленных малых городах и поселках.

Из реки Иртыш по каналу им. К.И. Сатпаева осуществляется водоснабжение Центрального Казахстана, включая столицу республики – г. Астану.

Река Иртыш — как водный объект, является трансграничной рекой и имеет статус особо государственного значения. В бассейне Иртыша насчитывается 788 рек, из них 13 рек протяженностью более 200 км и 775 рек (протяженностью менее 200 км), которые относятся к категории малых рек, общей протяженностью 17,7 тыс. км. Самым крупным притоком р. Иртыша на территории Казахстана является р. Бухтарма, ее длина 405 км, среднемноголетний сток 243 м³/сек, площадь водосбора 15485 км², в ее бассейне учтено 124 реки суммарной длиной 2919 км.

Второй по водности приток Иртыша — река Уба, длиной 286 км.

Среднемноголетний расход реки 170 м³/сек, площадь водосбора 9952 км³. В бассейне реки Убы учтено 92 реки суммарной длиной 1998 км. К средним рекам так же относятся р. Курчум, р. Ульба.

Реки Южного Алтая менее многоводны, чем реки правобережья. Наиболее крупные реки — Каба, Алкабек. Еще меньшая водность у левобережных притоков Иртыша — Чар, Кендерлык, Уйдене, Кандысу, Большая Буконь, Кокпекты, Кызылсу. Среднемноголетняя водность рек бассейна составляет 33,8 км³ в год.

В Восточном Казахстане насчитывается 1967 озер общей площадью 896 км², объемом около 6,8 км³ (без оз. Алаколь, Сасыкколь). Из общего количества озер области — 91 имеет площадь более 1 км².

Особое место из всех озер Восточного Казахстана занимает озеро Маркаколь. На территории Павлодарской области насчитывается 398 озер площадью более 11 км², из которых 74 пресных, остальные соленые.

Наиболее крупными естественными водоемами с площадью зеркала более 50 км² являются соленые озера Кынызак, Жалаулы, Аги булат, Маралды, Шурексор и другие. Из пресных озер наиболее крупными являются озера Сабындыколь, Жасыбай, Тмуберты, Аумикуль, Карасук, Айнак, Такенсор.

Максимальное наполнение Бухтарминского водохранилища наблюдалось во второй декаде июля месяца 1994 года, и объем его составил 47,51 км³. Минимальный объем 18,81 км³ (мертвый объем).

Объем попуска в 2005 году по предварительным расчетам составил 16,89 км³. Объем Бухтарминского водохранилища на 1 января 2006 года — 34,18 км³, на 1 января 2005 года 32,13 км³.

Усть-Каменогорское водохранилище находится в 1 км выше по течению от впадения в реку р. Иртыш левого притока р. Аблайкетка. Водоохранилище русловое, регулирование стока недельно-суточное. Назначение водохранилища — комплексное. Принято в промышленную эксплуатацию 1961 года. Объем водохранилища при НПУ равен 655 млн м³. Максимальное колебание уровня воды — 1 м.

Площадь зеркала 38 км², протяженность береговой линии 180 км. В состав сооружений гидроузла входят: бетонная плотина, здание приплотинного типа с 4 агрегатами мощностью 332 МВт и одно отверстие для холостого сброса, судоходный шлюз шахтного типа.

Объем попуска в 2005 году составил 17,22 км³. Шульбинское водохранилище находится в 3 км выше села Баженово. Водоохранилище русловое, ведет сезонное регулирование боковой приточности на участке между Бухтарминской и Шульбинской ГЭС. Назначение водохранилища комплексное. В состав сооружений гидроузла входят русловое здание с 6 агрегатами мощностью 702 МВт, совмещенное с 12 донными водосбросами, земляная русловая плотина и судоходный шлюз. Гидроузел Шульбинской ГЭС построен в 1987 году.

Арало-Сырдарьинский речной бассейн.

Арало-Сырдарьинское бассейновое водохозяйственное управление,

являясь территориальным подразделением Комитета по водным ресурсам МСХ РК, осуществляет свою деятельность по государственному управлению, регулированию использования и охраны водных ресурсов на территории 250 тыс. км² бассейна реки Сырдарья, общая площадь которого составляет 444 тыс. км² (остальная территория принадлежит Республикам Кыргызстан Таджикистан и Узбекистан). Арало-Сырдарьинский водохозяйственный бассейн охватывает территорию Кызылординской и Южно-Казахстанской областей, которые почти полностью размещены в бассейне реки Сырдарья и входят в четыре ее водохозяйственных района: среднего течения – Голодная степь Республики Казахстан с площадью – 2,0 тыс. км², Чирчик-Ангрен-Келесский (ЧАКиР) – площадью 12 тыс. км², Арысь-Туркестанский (АрТур) – площадью 28 тыс. км² и нижнее течение – площадью 208 тыс. км², которые относятся к зоне пустынь, климатическими особенностями которой является резкая континентальность, высокие летние температуры, весьма ограниченное количество атмосферных осадков, ветра северо-восточного и северного направления. В этих условиях водное хозяйство является одной из базовых отраслей, от успешного функционирования которого зависит стабильность всей экономики, жизнеобеспечение населения и устойчивость окружающей природной среды.

В зоне деятельности Арало-Сырдарьинского БВУ насчитываются 120 малых рек и 18 водохранилищ. Река Сырдарья – главная водная артерия бассейна. В верхнем течении она протекает по территории Киргизии, Таджикистана, Узбекистана, где используется на нужды промышленности, сельского хозяйства, а также населения и принимает их сточные воды. На территории Южно-Казахстанской области принимает 2 притока – реки Келес, Арысь и коллекторно-дренажные воды с рисовых и хлопковых полей. Ниже впадения реки Келес Сырдарья зарегулирована Шардаринским водохранилищем, которое внедрялось, как и все водохранилища Нарын-Сырдаринского каскада с приоритетной целью водообеспечения сельского хозяйства.

Отличительной особенностью водного хозяйства данного региона является комплексный характер использования водных ресурсов. Основным потребителем воды является орошаемое земледелие – свыше 90% всего используемого объема. Сложность проблемы по управлению водными ресурсами реки Сырдарья заключается в ее межгосударственном характере, специфической особенностью которой можно назвать то обстоятельство, что около 125 лет река протекала в пределах территории одного государства – сначала Российской империи, а затем-Советского Союза. Примером неразумного управления водным ресурсом реки Сырдарья может служить обнаженное дно Аральского моря.

Шу-Таласский речной бассейн.

Шу-Таласский гидрографический бассейн расположен, в основном, на территории Жамбылской области и, частично, Созакского района Южно-Казахстанской области.

Главные реки – Шу, Талас являются трансграничными, сток которых, в основном, формируется на территории Кыргызской Республики (КР). Река Шу – площадь бассейна – 67,5 тыс. км², в том числе на территории Казахстана – 40,9 тыс. км²; протяженность реки – 1186 км, в том числе на территории Казахстана – 850 км; годовой сток – 6,64 км³, из них формируется в РК – 1,64 км³. Река Талас – площадь бассейна – 52,7 тыс. км², в том числе на территории Республики Казахстан – 41,27 тыс. км²; протяженность реки – 661 км, в том числе на территории Республики Казахстан – 444 км; годовой сток – 1616 млн м³; из них формируется в РК – 92 млн м³.

Водные ресурсы трансграничных рек Шу и Талас являются одним из важнейших факторов, обеспечивающих устойчивое социально-экономическое развитие и экологическое равновесие на территориях обоих бассейнов.

Урало-Каспийский речной бассейн.

Урало-Каспийский гидрографический бассейн расположен на западной части РК, охватывающий территорию четырех областей: Атырауской, Актюбинской, Западно-Казахстанской и Мангыстауской, площадь которых составляет 733 км². В регионе проживают более 2 млн населения. Основное направление экономики – это разработка и добыча нефтегазовых месторождений, сельское и рыбное хозяйство.

В Урало-Каспийском бассейне имеются более 20 крупных и средних рек, более 40 водохранилищ объемом более одного миллиона м³ каждое, сотни малых рек длиной более 10 км, тысячи речушек длиной до 10 км, а также Казахстанская часть Каспийского моря. Протяженность береговой линии казахского побережья составляет 1600 км или 23% от общей длины береговой линии Каспийского моря.

Основные реки бассейна – Урал, Кигач (дельтовый рукав р. Волги), Большой и Малый Узени, Орь, Илек, Чаган и другие являются трансграничными реками. Если водный фонд Урало-Каспийского бассейна составляет 28 км³, не считая воды из сопредельной территории РФ поступает 21,3 км³ или 76% от всего водного фонда.

Особенностью Урало-Каспийского бассейна является то, что половина поверхностного стока воды сосредоточена в реке Кигач, которая протекает по территории Казахстана лишь в своей устьевой части, в связи с чем существенно ограничивается использование ее стока. Поэтому основной водной артерией Урало-Каспийского бассейна является река Урал, у которой из 12,4 км³ общей, формируется на территории РФ - 10,4 км³.

С территории РФ к нам поступает сток в среднем 10,4 км³ ежегодно, в то же время с нашей территории поступает на территорию РФ по рекам Орь и Илек около 0,625 км³ воды.

По рекам, как Большой и Малый Узени ежегодно поступает из РФ около 0,3 км³. Кроме этого, на договорной основе, т.е. на платной основе Западно-Казахстанская область получает по Саратовскому каналу и Паласовской ООС РФ – 12 млн м³ воды.

Нура-Сарысуский речной бассейн.

Река Нура берет начало в центральной части Казахского мелкосопочника в горах Кзылтас на высоте 1100–1250 м над уровнем моря и впадает в бессточное озеро Тениз (Тенгиз) на отметке около 304 м. Общая длина реки 978 км, площадь водосбора 60,8 тыс. км². Основная часть годового стока проходит в период половодья. Река протекает через Коргалжынские озера и впадает в озеро Тенгиз. На этой территории в 1958 году был создан Коргалжынский Государственный заповедник общей площадью 243,2 тыс. га. С 01.01.2004 года заповедник Коргалжын отнесен к охраняемым территориям категории 1, а МСОП – строго охраняемый природный заповедник. В настоящее время ему придан статус зоны мирового наследия.

Река Сарысу: общая длина реки 761 км, площадь водосбора 82 тыс. км².

Все реки бассейнов рек Нура и Сарысу имеют преимущественно снеговое питание. Поэтому почти весь годовой сток на водотоках проходит весной – от 100% почти на всех мелких и средних притоках до 85% на основных реках.

Водные ресурсы.

Водные ресурсы территории складываются из поверхностного стока рек, поступлений иртышской воды, запасах в озерах и подземных вод.

Сток рек. Средний многолетний сток р. Нуры у с. Романовское (створ с наиболее высокой водностью реки) составляет 0,68 млрд м³. В многоводные годы, обеспеченностью 1% (1 раз в 100 лет) расчетный годовой сток реки превышает 3 млрд м³. В маловодные годы обеспеченностью 95% сток снижается до 0,12 млрд м³. В бассейне Сарысу наибольший естественный сток наблюдался на гидропосту р. Сарысу – урочище Каражар – 237 млн м³/год. Но для рек бассейна характерно снижение стока в низовьях после выхода потока из зоны формирования. Канал имени К. Сатпаева (Иртыш – Караганда). По данным службы эксплуатации канала в 2004 году из Иртыша было подано на нужды водопотребителей Павлодарской и Карагандинской областей, а также города Астаны 312 млн м³.

Сточные воды. Непосредственно в Нуру в 2004 году поступило 33,2 млн м³, в Шерубайнуру – 1,6 млн м³, в приток Шерубайнуры р. Соқыр – 66,5 млн м³ сточных вод. В реки Каракенгир и Жезды сброшено 24,7 млн м³ с очистных сооружений городов Жезказгана и Сатпаева. Всего в бассейнах Нуры и Сарысу поступило 126 млн м³ сточных вод.

Ишимский речной бассейн.

Ишимское бассейновое водохозяйственное управление занимает территорию от Центрального Казахстана, Акмолинской и Северо-Казахстанской областей общей площадью 245 тыс. км², где охватывает 85% от общей площади территории бассейна. Население 1750,9 тыс. человек, из них городское – 1720 тыс. человек.

Среднемноголетний годовой сток – 2,6 км³. Располагаемый водный фонд бассейна – 5,3 км³. Всего 7515 озер – 2,3 км³, водохранилища – 1,4 км³, ежегодный забор воды – 230 млн м³, из них подземных – 40 млн м³.

Река Ишим берет голову из горы Нияз Осакаровского района

Карагандинской области. Общая протяженность реки 2460 км, из них по Казахстану протекает 1940 км, является трансграничной рекой, которая является притоком Иртыша. Река по территории Казахстана зарегулирована четырьмя водохранилищами, Ишимским емкостью 8,6 млн м³, Вячеславским объемом – 411 млн м³, Сергеевским – 693 млн м³ и Петропавловским водохранилищем объемом – 19,4 млн м³.

Из верхней части, основного русла Ишим, приток Актасты, Мойылды и Мигер в основном наполняет Вячеславское водохранилище.

Для повышения эффективности использования водных ресурсов в промышленном секторе необходимо внедрение следующих мероприятий: - экономное использование воды за счет внедрения технологий по энергоэффективности, что позволит снизить потребление воды примерно на 20%; - использование сточных вод для водообеспечения объектов хозяйственной деятельности, а также применение оборотного водоснабжения; - повышенные требования к стандартам по очистке воды. Мероприятия для повышения эффективности использования водных ресурсов в коммунальном секторе: - повышенные требования к стандартам водосбережения при производстве бытовой техники и сантехнических приборов, и устройств; - своевременное устранение протечек и учет расхода воды в коммунальном и жилищном секторах.

Так как в стране существует проблема с использованием трансграничных рек, необходимо прийти к консенсусу с соседними государствами по экологически грамотному управлению водными ресурсами.

Для своевременного решения проблем, связанных с истощением водных объектов Казахстана нужно реализовать следующие мероприятия: - разработка рекомендаций по устойчивому использованию подземных вод; - сооружение резервуаров и водохранилищ для сбора стоков воды, образующихся при длительном выпадении осадков, таянии снега, паводках и т.д. с возможностью их использования в засушливые периоды; - строительство сооружений по очистке сточных вод, включая соленые воды; - возрождение водных бассейнов, очистка озер, рек от ила и других отложений.

6 Влияние хозяйственной деятельности на земельные ресурсы

6.1 Состояние земельного законодательства и необходимость его совершенствования. Современное состояние почвенного покрова. Строение литосферы.

Состояние земельного законодательства и необходимость его совершенствования

Правовая охрана земельных ресурсов в Республике Казахстан представляет собой совокупность законодательно установленных норм, направленных на выполнение мероприятий по рациональному использованию земельных ресурсов, достижение оптимального уровня качества жизни

населения, обеспечения экологической безопасности, а также реализации целей устойчивого развития в интересах настоящего и будущих поколений людей.

В системе правового обеспечения природопользования и природоохранной деятельности Казахстана можно выделить следующие группы юридических мероприятий:

1. Правовое регулирование отношений по использованию, сохранению и возобновлению земельных ресурсов.

2. Финансирование и материально-техническое обеспечение природоохранных мероприятий.

3. Организация экологического контроля в области охраны земельных ресурсов (государственный, производственный и общественный контроль).

4. Система воспитания и обучения кадров, повышение уровня квалификации специалистов, а также мероприятия по повышению уровня экологического образования населения.

5. Юридическая ответственность нарушителей законодательства в области охраны земельных ресурсов.

Источниками экологического и природоресурсного права, в том числе по вопросам охраны недр и земельных ресурсов, выступают нормативно-правовые акты, в которых содержатся правовые нормы, реализующие экологические и природоресурсные отношения. К ним относятся кодексы, законы, указы, постановления и распоряжения, нормативные акты министерств и ведомств, законы и нормативно-правовые акты субъектов местной исполнительной власти и т.д. Также в числе источников природоохранного права значительное место занимают международно-правовые акты, регулирующие внутренние природоохранные отношения на основе приоритета международного права.

Необходимо отметить, что постоянное развитие нашего общества, при котором неизбежно возникают новые проблемы в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, в том числе и защиты недр и земельных ресурсов, требует и принятия новых нормативно-правовых актов для их решения. Необходимо постоянное развитие и совершенствование законодательной базы. Поэтому процесс формирования эколого-правовых и природоресурсных норм — процесс непрерывный и неизбежный, что полностью соответствует требованиям сегодняшнего дня.

Современное состояние почвенного покрова

Почва подвергается загрязнению в связи с применением в больших дозах удобрений, пестицидов на сельскохозяйственных угодьях, внесением вредных веществ с ирригационными водами, накоплением отходов промышленности, полеводства и животноводства, антисанитарным состоянием многих населенных пунктов, выпадением атмосферных загрязнителей, например тяжелых металлов. На поверхность почв могут выпадать кислые дожди и радиоактивная пыль, наблюдается загрязнение патогенными организмами. Опасно загрязнение выхлопными газами автомобилей, содержащими свинец, углеводороды, оксиды азота и др.

Среди загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, ванадий, хром, цинк, медь, никель, селен и др.), а также мышьяк – отходы различных производств, в особенности металлургической и машиностроительной промышленности. Тяжелые металлы попадают в почву при сжигании топлива, с выхлопными газами автомобилей. Радионуклиды загрязняют почву в результате аварий на атомных электростанциях, ненадежного захоронения радиоактивных отходов. Почву могут загрязнять минеральные удобрения, особенно азотные, если их вносят в избыточных дозах.

Основная часть источников загрязнения имеет локальное действие, меньшая – региональное (опасность загрязнения составляет несколько сотен километров) и глобальное (в тех случаях, когда загрязняющие вещества попадают в почву из воздуха или когда минеральные удобрения используют на больших площадях). Промышленное загрязнение происходит в основном через атмосферу, на поверхность почвы оседают аэрозоли, пары, пыль, сажа, растворимые вещества, принесенные с дождем, снегом. Загрязнители поступают из дымовых труб, вентиляционных каналов, путем развеивания терриконов, отвалов, со сточными водами.

Все почвенные загрязнители включаются в пищевые цепи и с продуктами питания или водой попадают в желудочно-кишечный тракт человека.

Строение литосферы

Мощность литосферы изменяется от 50 км (под океанами) до 100 км (под материками). Ее верхняя, менее плотная и менее упругая, оболочка называется *земной корой*, нижняя (подстилающая) – *субстратом*, входящим в состав верхней мантии.

Между земной корой и субстратом расположена поверхность Мохоровичича (югославский сейсмолог), которая имеет особенность: скорость продольных сейсмических волн при переходе через эту поверхность сверху вниз скачкообразно возрастает с 3,6–4,2 до 7,9–8,2 км/с, а поперечных волн – с 3,6–4,2 до 4,4–4,7 км/с. Плотность вещества ρ также скачкообразно увеличивается с 2,9–3,0 до 3,1–3,5.

Земная кора различна на материках и под океанами. Материковая кора состоит из материка, шельфа, материкового склона и материкового подножья. Ее средняя мощность около 34 км, а максимальная (в горных странах) до 75 км. Она разделяется на три слоя: осадочный, гранитный и базальтовый. Осадочный слой ($\rho = 2,4 - 2,5 \text{ т/м}^3$), мощностью до нескольких км, состоит из разновозрастных измененных или неизмененных осадочных и вулканических пород, которые нередко разорваны, смяты в складки или смещены по разрывам. В образовании осадочного слоя большую роль сыграли живые организмы, похоронив себя в «былых биосферах».

Гранитный слой ($\rho = 2,7 \text{ т/м}^3$), мощностью 15–17 км, является главным в материковой коре. Он состоит из гранитов, гнейсов, кварцитов и других «кислых» горных пород со значительным участием (больше 60 %) в их составе кремнезема SiO_2 .

Нижний базальтовый слой, мощностью 15–20 км, плотный в земной коре ($g = 2,9 \text{ т/м}^3$), включает в себя в основном базальты, габбро и др. Гранитный и базальтовый слои разделены поверхностью Конрада, при переходе которой сейсмическими волнами скорость их прохождения возрастает скачкообразно от 6 (в гранитном слое) до 6,5–7,2 км/с (в базальтовом).

Океаническая земная кора имеет толщину до 5–10 км. Она находится под морскими водами, если их глубина больше 3,5 км, и также подразделяется на три слоя: верхний (не менее 1 км) – осадочный, средний – в основном базальтовый, и нижний – сложенный габбро и серпентинитами – ультраосновными породами с содержанием кремнезема менее 40 %. С глубиной температура горных пород повышается и в верхней мантии под материковой корой она предполагается 600–700 °С. На нижней границе астеносферы, на глубине 250 – 350 км, температура 1500 –1600 °С. Земля изучена на глубине до 20 км.

Каждая географически обособленная территория имеет характерную для нее биоту, т.е. присущий ей набор растений и животных – флору и фауну.

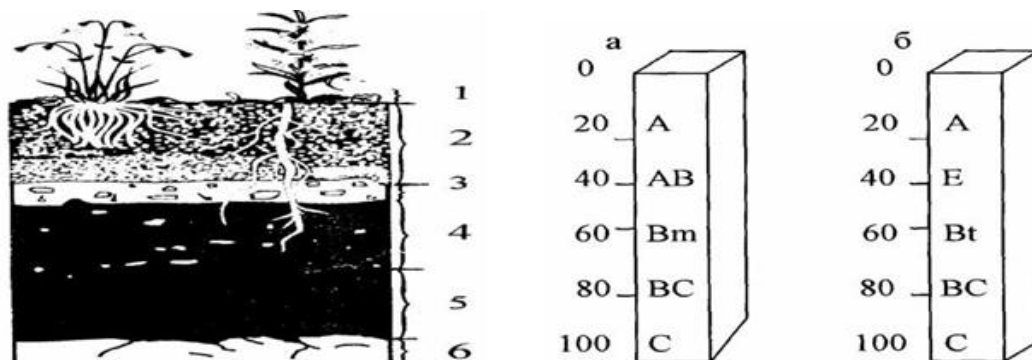
Плодородная часть земли называется почвой.

6.2 Почвы. Строение почвы. Структура почвы и факторы почвообразования.

Почвы. До исследований русского ученого – основателя почвоведения Докучаева В.В. – многие ученые считали, что почвы образуются из морского ила. Эта «морская» гипотеза господствовала и в XIX в. Докучаев В.В. установил, что почва (педосфера) – результат совместного действия на горные породы воды, воздуха и различных организмов, а также температуры воздуха, состава подстилающих материнских горных пород. Он писал, что «почва – не живое, но и не мертвое природное тело», биокосное тело. Почва – один из важнейших природных ресурсов. Мощность почвы – до 2–3 м. Вернадский В.И. назвал почву «благородной ржавчиной Земли».

Строение почвы

В разрезе почва состоит из: подстилки, перегноя, слоя вымывания, слоя накопления минеральных солей, подпочвы (см. рисунок 6.1, 6.2)



1 – подстилка; 2 – пахотный слой; а – обычный недифференцированный;
3 – зона выщелачивания; 4 – подпочва; б – дифференцированный.
5 – материнская порода; 6 – коренная порода.

Рисунок 6.1 – Обобщенный почвенный профиль

Рисунок 6.2 – Строение почвенного профиля

Подстилка (A0) представлена свеж опавшими листьями, органическими остатками и частично разложившимся органическим веществом.

Пахотный слой (A) включает гумус, корни растений, живые организмы и некоторые минералы неорганического происхождения.

Зона выщелачивания (вымывания) (A1, а по международной классификации – E) характеризуется тем, что здесь происходит нисходящее передвижение (вынос) растворенных или взвешенных веществ.

Подпочва (B1, B2, B3) – зона, куда из вышележащих зон вымываются вещества (легкорастворимые соли, карбонаты, коллоиды, гипс и пр.).

Материнская порода (C, D или по международной классификации – R) – слабо затронутая почвообразованием горная порода (гранит, известняк, песок, лессовидные суглинки).

Коренная порода – горная порода, где просачивание возможно только по трещинам или разломам.

Различают 2 типа строения почвенного профиля: недифференцированный (обычный) и дифференцированный.

В обычном профиле генетические горизонты постепенно сменяют друг друга сверху вниз: A – гумус; B – изменение материнской породы; C – слабо затронутая почвообразованием материнская горная порода. Таким образом, это профили типа A–B–C.

Дифференцированный профиль построен сложнее: под гумусом A находится осветленный горизонт выноса вещества E, а еще ниже горизонт B накопления вынесенных сверху веществ.

Таким образом, это профиль типа A–E–B–C. При образовании почвы из горной породы горизонты формируются сразу, и профиль развивается как единое целое. Поэтому плодородие почвы определяется свойствами не одного горизонта; например, гумуса, а профилем почвы в целом.

Мощность профиля от нескольких сантиметров (у примитивных горных и пустынных почв) до 1–2 м у почв равнин, а у некоторых почв (тропических) она достигает нескольких метров

Структура почвы

Профиль, горизонты, структура – это макростроение почвы, видимое визуально.

В горизонте A структура обычно округлая, комковатая или зернистая, в E – плитчатая или пластинчатая; в B – призмовидная и иногда столбчатая или карандашная (рисунок 6.3)

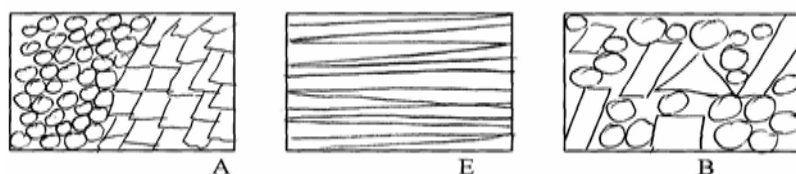


Рисунок 6.3 – Структура почв

Каналы и трещины общего объема почвы составляют 30–50 %.

Факторы почвообразования

Важными факторами почвообразования являются: климат (тепло, энергия); рельеф (с изменением высоты местности меняется водный и тепловой режимы почвы); возраст (сотни, тысячи лет); почвообразующие породы (от характера материнских пород зависят физические свойства почвы – водовоздухопроницаемость, водоудерживающая способность); растения (опады, лесная подстилка); хозяйственная деятельность человека; животные (биофаги – питающиеся живым и сапрофаги-нематоды, дождевые черви – питающиеся мертвым органическим веществом (растениями), т.е. простейшие, черви, насекомые, кроты, суслики; микроорганизмы: некоторые виды сине-зеленых водо-рослей, микроскопические водоросли, грибы и бактерии (разрушающие токсичные продукты обмена высших растений; азотфиксирующие бактерии – свободноживущие и клубеньковые).

Главные факторы почвообразования представлены на рисунке 6.4.

В своем развитии и формировании почвы проходят несколько этапов.

Молодые почвы являются обычно результатом выветривания (разрушения и измельчения) материнских горных пород или переноса отложения осадков (например, аллювия). Сначала на них поселяются микроорганизмы, пионерные растения – лишайники, мхи, мелкие животные.

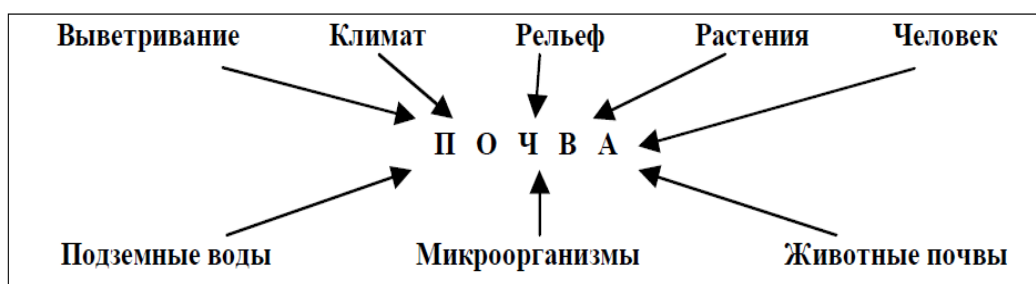


Рисунок 6.4 – Факторы почвообразования

Постепенно внедряются другие виды растений и животных, состав биоценоза усложняется, между минеральным субстратом и живыми организмами возникает целая серия взаимосвязей. В результате формируется зрелая почва, свойства которой зависят от исходной материнской породы и климата.

Процесс развития почвы заканчивается, когда достигается равновесие,

соответствие почвы с растительным покровом и климатом, т.е. возникает состояние климакса.

Каждому типу почв соответствуют определенные типы растительных сообществ.

6.3 Состав и свойства почвы, важные для плодородия. Факторы давления на земельные ресурсы

Состав почвы. Состав почвы может быть: фазовым, гранулометрическим (механическим), химическим, минералогическим, агрегатным.

Фазовый состав зависит от соотношения между твердыми частицами, агрегатами и порами. Чем структурнее почвы, тем больше в ней пор (воды, воздуха). Почва представляет собой 3-фазную систему: 1 – твердая; 2 – жидкая; 3 – газообразная.

Гранулометрический состав почвы – это соотношение в ней твердых частиц разного размера. Камни (> 3 мм), гравий (1–3 мм), песок (0,05–1 мм), пыль (0,001–0,05 мм), ил (< 0,001 мм). Все частицы крупнее 1 мм составляют скелет почвы, а мельче 1 мм – мелкозем. По соотношению частиц разного размера почвы делятся: на песчаные, супесчаные – (легкие), суглинистые и глинистые – (тяжелые).

Химический состав почв различается в разных природных условиях. Во влажных тропиках и субтропиках почвы обогащены оксидами Fe и Al, меньше K, Na, Ca, Mg. В пустынях и полупустынях богаты CaCO₃, CaSO₄, Na₂SO₄, NaCl. Песчаные почвы богаты SiO₂.

Представим групповую классификацию почв по их механической структуре в виде таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Групповая классификация почв по механической структуре

Глинистые частицы размером менее 0,01 мм в % от общей массы почвы	Наименование почв в зависимости от их механической структуры
Более 80 %	Тяжелая глина
60–80 %	Средняя и легкая глина
45–60 %	Тяжелый суглинок
30–45 %	Средний суглинок
20–30 %	Легкий суглинок
10–20 %	Супесь
5–10 %	Слипшийся песок
менее 5 %	Рыхлый песок

Химический состав почвы изменяется по горизонтам почвенного профиля. Первичные почвенные минералы (кварц, полевые шпаты, слюды), вторичные (глинистые, соли, оксиды Fe, Al, Mn).

Минералогический состав зависит от исходной горной породы, из

которой почва образовалась. Есть и новообразованные минералы. В песчаной почве 90–95 % кварца, в глинистой 50–70 % вторичных почвенных минералов. В пустынях накапливается известь в виде кальцитов.

Агрегатный состав характеризует структуру почвы (соотношение в почве твердых частиц почвы, комков), определяющей ее аэрацию и водный режим.

Свойства почвы, важные для плодородия

Водно-физические свойства почвы, от которых зависит снабжение растений водой. Вода в почве находится:

- в парообразном (в порах; удаляется нагреванием);
- конституционном (молекулы воды в минеральных и органических веществах; состав веществ разрушается нагреванием);
- кристаллизационном (молекулы воды в кристаллах минералов, например, гипсе $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ или в лимоните $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (удаляется при сильном нагревании без изменения химического состава минералов);
- на поверхности твердых почвенных частиц. Физически связанная вода не передвигается в почве, и вместе с критической составляет “мертвый” запас воды в почве, который в тяжелых глинах может составлять до половины общего водозапаса;
- свободной, передвигаемой по профилю вниз под действием сил гравитации или вверх под действием капиллярных сил (зимой вода замерзает).

Свободная вода – важнейшая составная часть почвы. Именно эту воду потребляют из почвы растения. Вода в почву поступает при выпадении осадков (дождя, снега) и из грунтовых вод. Если грунтовые воды находятся близко к поверхности 0,5–1,0 м, то такой подъем обычно ведет к заболачиванию почвы. Если грунтовые воды на глубине 2–3 м, то капиллярно поднимающаяся вода существенно пополняет водозапас почвы. Если глубина грунтовых вод 10–15 м, их капиллярное поднятие не достигает почвы. Высота капиллярного подъема грунтовых вод зависит от гранулометрического состава почвы; в песках они поднимаются на 40–50 см; в тяжелых глинах – на 3–5 м.

Отток воды из почвы тоже происходит двумя путями:

- вверх – за счет испарения воды с поверхности почвы, а также потребления и транспирации (испарения) ее растениями;
- вниз – за счет просачивания сквозь толщу почвы в грунтовые воды и далее подземным стоком в реки.

Песчаные почвы быстро пропускают воду сквозь свою толщу и плохо ее удерживают, обладают большой влагоемкостью.

Оптимальные свойства у структурных, комковатых суглинистых почв (хорошо фильтруют воду и много накапливают ее в своих порах).

Обычно растворенные в почвенной воде вещества находятся в виде (+) катионов и (–) анионов, причем имеются ионы как органических, так и минеральных соединений, в частности, простых солей: NaCl , Na_2CO_3 , 6NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Na_2SO_4 , CaSO_4 и т.п. Концентрация их невелика, но в солончаках достигает больших величин – почва непригодна для жизни.

Значение pH. Важное значение для жизни растений имеет концентрация

в почвенном растворе водородного катиона + Н и гидроксильного аниона ОН. От них зависит кислотность или щелочность почвы. Если почва кислая, вносят CaCO_3 , CaO ; если щелочная – кислые вещества.

Почвенный воздух. Почва – разрыхленное, пористое тело. По этой причине в ней всегда присутствует воздух в различных объемах.

Почва является местом проживания множества растений и микроорганизмов. Они дышат, разлагая органические вещества, выбрасывают в воздух различные продукты. В результате этого процесса структура почвенного воздуха своеобразна и отличается от атмосферного. К примеру, окиси углерода в почвенном воздухе в 5–55 раз больше, чем имеется в атмосфере; а кислород, встречается, во много раз меньше.

Живая фаза почвы. В почве встречаются многочисленные живые организмы. К ним относятся и корни растений, т.к. без них почва не формируется.

Корни укрепляют почву, защищают ее от ветровой эрозии. Лишайники относятся к начальным строителям почв. Разлагая в почве остатки растений, грибы превращают их в гуминовые кислоты. Грибы более активны, чем бактерии и разлагают более стойкие органические соединения до углекислоты и воды. Особенностью грибов является накопление в их клетках жиров.

Бактерии разлагают различные органические вещества, в том числе и то, что осталось после грибов, а также участвуют в их синтезе.

Большинство грибов успешно развиваются в условиях повышенной обводненности, при нейтральной или слабощелочной среде. Грибы плохо переносят щелочную среду и очень чувствительны к избыточному увлажнению. В почве так же встречаются водоросли в большом количестве. Обычно в почве живут зеленые водоросли и типа диатомовых. Кроме того, черви типа дождевых обитают в почве и способствуют ее переработки. Чем больше таких организмов, тем лучше для плодородия.

В лесной подстилке (рисунок 6.5) из отмерших листьев, постоянно опадающих с ветвей находят себе корм земляные черви, слизни, улитки, клещи, личинки мух и жука.

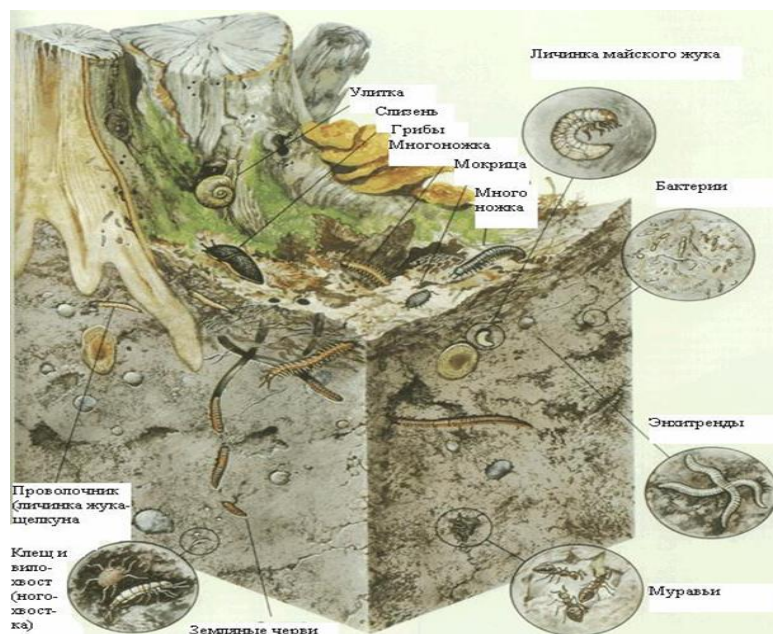


Рисунок 6.5 – Жизнь вокруг пня (по М.Скотту)

Они размельчают листья на маленькие кусочки, которыми способны питаться другие, еще более мелкие существа. Среди них – микроскопические черви нематоды, грибы и одноклеточные микроорганизмы и бактерии, которые в процессе усвоения пищи возвращают питательные вещества в почву.

В грамме лесной подстилки может быть до 40 миллиардов бактерий, огромное количество пауков и многоножек, которых после гибели съедают мокрицы. Вместе с экскрементами всех этих существ в почву возвращаются питательные вещества. В пищу идут упавшие деревья. На теле гниющего дерева пускает свою грибницу грибы. Личинки жуков-короедов прогрызают в дереве сложные ходы. Грибы и жуки могут нападать на здоровые деревья.

В почвах живут и патогенные микроорганизмы – возбудители инфекционных болезней, часто образующие споры – в плотной оболочке, защищенной от высокой температуры, высыхания, давления, в отсутствии питательных веществ.

Содержание микробов в почве представлено в виде таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Содержание микробов в почве

Почва	Масса микробов, т/га		Масса микробов, % от перегноя
Подзолы	0,6	0,1	0,1
Дерново-подзолистые почвы	0,9/3,5	0,2/0,9	0,2 / 0,1
Чернозём	3,7/5,2	0,9/1,3	0,3 / 0,7
Серозём	2,5/5,0	0,5/1,2	1,6 / 3,4

В числителе показатели для целинных почв, в знаменателе – окультуренных почв.

Группу спорообразующих бактерий называют клостридиями. Патогенные бактерии – это возбудители инфекционных болезней (сибирской язвы, газовой гангрены, столбняка, ботулизма).

В качестве химического показателя санитарного состояния почв берется санитарное число – частное от деления количества почвенного белкового азота (в мг на 100 г абсолютно сухой почвы) на количество органического азота.

В качестве показателя бактериального загрязнения почвы используют титр кишечной палочки (*Coli*) и титр одного из анаэробов (*B. Perfringens*). Они поступают с фекалиями. Анаэробы (спора) сохраняются в почве более продолжительное время, чем кишечная палочка.

Санитарно-гельминтологический показатель – число яиц гельминтов в 1 кг почвы, а санитарно-энтомологический показатель – наличие личинок мух и их куколок в 0,25 м² поверхности почвы.

Органическая составляющая почвы. Микроорганизмы, разлагая органические вещества, создают гумус. В целом гумус состоит из углерода, водорода, лигнита, белковых, азотных соединений, жира.

Плодородие почв оценивается по величине запасов гумуса, валового азота, подвижного фосфата и обменного калия. То есть гумус представляет собой органический компонент почвы.

Гумус. Плодородие почвы зависит от ее важнейшей составной части – органического вещества, или гумуса.

Плодородными являются черноземы (гумус >100 см и до 10–12% гумуса).

Гумус образуется в почве при разложении бактериями и грибами мертвых органических остатков, прежде всего растительных. Часть любого органического вещества (95–88 % всех растительных остатков) минерализуется до конечных продуктов–простых соединений (CO_2 , H_2O , NH_3 , H_2S и т.д.), уходящих в атмосферу и гидросферу (минерализация), а другая часть опада превращается в переходные формы соединений, в виде гумусовых веществ (гумификация).

Гумус – смесь высокополимерных азотсодержащих органических соединений с молекулярной массой порядка 10 тыс. ед. Главная масса гумуса – это темно-окрашенные гумусовые кислоты, обладающие высокой реакционной способностью.

Если гумусовые кислоты насыщены кальцием или магнием, то они выпадают в осадок, склеивая в агрегаты. Насыщенные ионы натрия, гумусовые кислоты становятся подвижными, теряют клеящую способность, вымываются из почвы. Если преобладает H^+ , то агрессивные гумусные кислоты разрушают почвенный материал.

Гумус – аккумулятор солнечной энергии на поверхности Земли. Если почву лишить поступления отмирающих растительных остатков, микроорганизмы перейдут на питание гумусом и уничтожат весь его запас.

Факторы давления на земельные ресурсы

Одним из важнейших факторов давления на земельные ресурсы является пространственная структура загрязнения территории, ранжирующая ее по степени опасности воздействия и включающая данные об источниках загрязнения и количестве населения.

Почва поглощает из атмосферы аэрозоли, жидкости и твердые частицы. Поэтому выбросы промышленных предприятий, также как и транспортных магистралей, интенсивно загрязняют почвы токсичными элементами. В результате увеличения содержаний тяжелых металлов, поглощенных оснований, микроэлементов и водорастворимых солей хлора, серы и др. происходит изменение почвенной среды. Например, вблизи металлургических и химических заводов на расстояниях 0,5–3 км накопление ртути может достигать 5 900 %, а свинца — 1 500–300 %. Однако в большинстве случаев зона существенного влияния промышленных предприятий не превышает 0,5–1,5 км. Нарушение или даже полная деградация растительного покрова от ТЭЦ наблюдается в радиусе 4–15 км. Влияние автотранспорта сказывается в придорожных ландшафтах в полосе до 150–200 м и заключается главным образом в повышении в почвах в 5–10 раз содержания свинца (так же, как и в растениях). Кроме свинца, в придорожных ландшафтах накапливаются Cd, V, Zn, Co, Cr.

Вещества-загрязнители техногенного характера попадают в почву в виде сложных органических и минеральных соединений (а также в металлическом состоянии), с последующим разложением до простых элементов или образованием новых соединений. Среди тяжелых металлов наибольшую опасность представляют ртуть, кадмий, свинец, ванадий, кобальт, молибден, марганец, медь, никель, олово, хром, цинк, титан и три металлоида — мышьяк, селен и сурьма.

В перечень сложных вредных веществ, загрязняющих почвы, в мире внесено более 10 тыс. наименований. Под загрязнением почв понимают увеличение концентраций содержащихся в них веществ выше предельно допустимого уровня, а также появление любого количества им ранее не свойственных веществ.

По признаку снижения продуктивности или количеству биомассы различают 6 степеней загрязнения почв (таблице 6.3), а по видам загрязнений - 4 класса веществ-загрязнителей — физические, химические, биологические и радиоактивные.

После попадания в почвы тяжелые металлы могут находиться в разных формах. Они могут нести положительный заряд, выступая как катионы, или отрицательный, если являются анионами кислот. Амфотерные элементы в зависимости от рН почв также могут быть заряжены как положительно, так и отрицательно. В почвах имеются и нейтральные формы металлов.

Таблица 6.3 – Степень загрязнения почв

Класс	Оценка степени загрязненности	Показатель снижения качества и количества получаемой продукции, %
0-й	Практически чистые	Менее 5
1-й	Слабо загрязненные	6–10
2-й	Умеренно загрязненные	11–25
3-й	Сильно загрязненные	26–59
4-й	Очень сильно загрязненные	51–75
5-й	Чрезмерно загрязненные	Более 75

На химическое состояние почв значительное влияние оказывают величина и характеристика их сорбционной способности. Это объясняется тем, что в результате сорбции тяжелые металлы легко накапливаются в почвах, но трудно из них выводятся.

Так, период естественного полувыведения из почвы кадмия составляет 110 лет, цинка — до 510, меди — до 1500, свинца — до нескольких тысяч лет.

Другим важнейшим фактором, влияющим на состояние природной среды, является степень увлажненности территории, которая может быть оценена индексом сухости, т.е. отношением суммарной испаряемости с поверхности земли к величине осадков (орошению), выпадающих на той же территории. По этому признаку выделяют следующие почвы:

- избыточно влажные — с индексом менее 0,45 г;
- влажные — от 0,45 до 1 г;
- недостаточно влажные — от 1 до 3 г;
- сухие — с индексом сухости более 3 г.

Степень увлажненности территории определяет условия рассеивания и нейтрализации промышленных или бытовых отходов в почвах, водных объектах и зоне аэрации. С этих позиций избыточно влажная и просто влажная почвы характеризуются преимущественным рассеиванием загрязняющих веществ. В недостаточно влажной почве могут иметь место процессы, как рассеивания, так и накопления загрязнений, а в сухой всегда будут преобладать процессы концентрации загрязнителей.

7 Современное состояние почвенного покрова Казахстана. Источники, причины загрязнения и истощения земельных ресурсов. Эрозия почв; опустынивание

Почвы Казахстана

В пределах Казахстана с севера на юг происходит смена почвенно-климатических зон и вместе с ними смена почвенных типов в следующем

порядке.

На крайнем севере Республики множество земель занято подзонами:

1) подзоной умеренно увлажненных лесостепей. В этом регионе количество выпавших осадков и испарившейся влаги приблизительно равно друг другу. Коэффициент увлажнения порядка единицы.

Поверхность земли ровная. Обычно здесь встречаются лесные смывные сероземы, луговые чернозёмы и выщелоченные чернозёмы.

В этом регионе развито беспололивное земледелие. Лесостепная подзона расположена в Казахстане на 0,4 млн га, из них выщелоченные черноземы занимают 15 тыс. га.

Южнее этой подзоны начинается степная зона чернозёмов. Последняя подразделяется на следующие подзоны.

2) умеренно увлажнённую подзону обычных черноземов;

3) умеренно засушливую подзону южных черноземов.

Общая площадь степной зоны равна 25,4 млн га, на них 12,2 млн га – умеренно увлажненная подзона.

Выщелоченные, обыкновенные и южные чернозёмы по содержанию гумуса делятся на: слабогуммированные с содержанием гумуса в верхнем горизонте «А» менее 4 %; малогумусные – 4–6 %; среднегумусные – 6–9 %. Многогумусные чернозёмы, с содержанием гумуса более 9 %, в республике встречаются редко.

Чернозёмы по мощности гумусового профиля (темно-серого и черного слоя) подразделяются на маломощные – менее 40 см до 80 см и мощные – от 80 до 120 см толщины горизонтов «А» и «В».

По степени засоленности подразделяются на слабосолонцеватые (поглощенного натрия в слое «А» от 5 до 10 % общей массы этого слоя), среднесолонцеватые (от 10 % до 15 %), сильносолонцеватые (15–20 %). Коэффициент увлажнения в чернозёмной степной зоне колеблется в пределах 0,8–1. Эта зона преимущественно беспололивого земледелия.

Сухостепная зона (4, 5, 6) занимает 90,4 млн га или 33,2 % территории Казахстана. Коэффициент увлажнения равен на севере зоны 0,8 и снижается к югу до 0,6 – 0,9. Подзоны 4, 5, 6 чередуются с севера на юг и отличаются друг от друга степенью засушливости и обилием растительности. Чем севернее подзона тем больше влаги и зелени. В 4 подзоне на 27,7 млн га расположены тёмно-каштановые почвы. В 5 подзоне на 24,3 млн га – каштановые почвы. В 6 подзоне светло-каштановые почвы.

Тёмно-каштановые почвы содержат 3–4,5 % гумуса, толщина горизонтов «А» и «В» колеблется от 28 до 40 см. Они содержат валового азота 0,1–0,27 %; валового фосфора 0,1–0,17 %.

Каштановые почвы содержат 2,5–3,5 % гумуса, имеют 25–30-сантиметровый гумусовый профиль. Светло каштановые почвы имеют 2–2,5 % гумуса, толщина горизонта «А» – 15–18 см. Горизонт «В» вскипает от соляной кислоты, так как содержит слишком много извести.

В полупустынной 7 зоне в среднем за год выпадает 150–18 мм осадков,

испаряется 800–1000 мм. Среднегодовая температура 5–7 градусов по Цельсию. Сумма температур выше 10° по Цельсию составляет 2600–3600° по Цельсию.

Бурые почвы, на которых прорастают не требующие обильных осадков травы, типа полыни, занимают 33,3 млн га. Содержат 0,4–1,85 гумуса. Слабо обеспечены азотом и особенно фосфором. Толщина гумусового слоя доходит до 30–35 см. Встречаются лугово-бурые почвы мощностью плодородного слоя до 40–60 см и содержанием гумуса 1,5–3 %. В пустынной 8 зоне залегают серо-бурые почвы. Среднегодовое количество осадков 100–120 мм. Испаряется влаги 1100–1200 мм. Сумма температур выше 10° по Цельсию и составляет 3200–4000° по Цельсию.

Полупустынная и пустынная области пригодны в основном для пастбищ. В таких регионах урожай собирают только с орошаемых земель.

На бурых почвах выделено 7,2 млн га пахотно-пригодных земель, на серо-бурых – 6,4 млн га. Площади пригодные для орошения – 20 млн га. Продуктивность орошаемой пашни в 4–5 раз выше продуктивности неполивной.

В предгорной части Юго-Востока Казахстана на высотах от 300 до 700 м располагается предгорно-пустынно-степная зона с серозёмными почвами 9. Она занимает площадь в 17,4 млн га; из них 80 % – сельскохозяйственные угодья.

Здесь имеется 2,7 млн га пашни; 0,7 млн га сенокосов; 10,4 млн га пастбищ; порядка 150 тыс. га садов и виноградников.

На высотах 700–1000 м расположена низко-горно-степная зона 10. Из-за сложности рельефа местности пригодных к распашке земель мало. Но почвы плодородны, это каштановые почвы и чернозёмы.

На высоте более 1000 м разводят сады, ягодники. Площадь этой зоны равна приблизительно 10 млн га.

На больших высотах лежит средне-горно-лугово-лесная зона 11. Ежегодный объём осадков на этих землях достигает в среднем 850–900 мм. В основном они покрыты чернозёмами или лесными кислыми чернозёмами.

На богарах (неорошаемые земли) на высоте 1900 м получают высокие урожаи картофеля, корнеплодов, кормовой капусты, моркови, овса, ячменя, ягодных культур. Горные массивы хорошо пригодны для летних пастбищ и сенокосов. Площадь порядка 4 млн га.

Высокогорная лугостепная зона 12. Холоднее среднегорной, осадков меньше. На этих массивах размещены альпийские и субальпийские луговые, лугостепные почвы. Почвы альпийских лугов очень плодородны, содержат гумуса до 18–20 %. Эти земли – пастбища мелкого рогатого скота. Площадь – порядка 3 млн га.

Кроме того, повсеместно на равнинной территории Республики распространены так называемые интразональные почвы, не имеющие своей собственной зоны. К ним относятся почвы засоленного ряда: солончаки, солонцы, солоди, а также болотные и аллювиальные (почвы речных долин).

Солончаки – это почвы, содержащие с самой поверхности и по всему профилю большое количество легкорастворимых солей. Если в метровом слое почвы легкорастворимых солей содержится менее 0,3 %, что составляет 45 тонн/га, такая почва считается незасоленной. При содержании солей в количестве от 0,3 до 0,5 %, или иначе от 45 до 75 т/га, почва относится к слабозасоленной. В среднесоленых почвах солей 75–100 т/га, что составляет от 0,5 % до 0,7 % массы всей почвы в горизонтах “А”, “В”, “С”. Сильнозасоленные почвы содержат 0,7–1 % солей, что равно 105–150 т/га. Если в почве имеется больше 150 тонн солей, т.е. более 1 %, то она – солончак. Всего в стране засоленных почв более 75 млн га.

Источники, причины загрязнения и истощения земельных ресурсов.

Загрязнение почвы.

В роли основных загрязнителей почв выступают: металлы и их соединения, радиоактивные элементы, а также удобрения и ядохимикаты, применяемые в сельском хозяйстве. Из радиоактивных изотопов наиболее опасны Sr 90 и Cs 137 (период полураспада 28–30 лет).

Загрязнение почвы приводит к нарушению круговорота веществ в биосфере. Кроме того, вредные вещества включаются в экологические пищевые цепи, переходят из почвы и воды в растения, затем в животных, а в конечном итоге попадают с пищей в организм человека.

ПДК некоторых вредных веществ в почве представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – ПДК некоторых вредных веществ в почве

№	Вещество	ПДК, мг/кг (почвы)
1	ГХЦГ (гексахлоран) технический	1
2	ДДТ	0,5
3	Карбарил	0,05
4	Линдон	1
5	Карбофос	2
6	Хлорофос	0,5
7	Полихлоркамфен	0,5
8	Полихлорпинел	0,5
9	Хлоралит	0,05
10	Прометрин	0,5

Химические загрязнители – канцерогены (химические, физические, биологические вещества): полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – 200 агентов (бензапирен и др.); выхлопные газы транспорта, самолетов; выбросы ТЭЦ, предприятий, котельные.

Степень загрязнения почв металлами (ZC) оценивают по суммарному показателю загрязнения почв:

$$Z_c = \sum K_{Ci} - (n-1), \quad (7.1)$$

где n – число определяемых металлов;

K_{Ci} – коэффициент концентрации металла, определяемый отношением содержания металла в почве к фоновому содержанию металла.

Фоновый уровень канцерогенных веществ определяют по вулканическим извержениям.

Чрезвычайно опасная (I категория) загрязнения почв при $Z_c > 128$; опасная (II) категория при $Z_c = 16 - 32$; допустимая (III) категория при $Z_c < 167$.

К первой категории по загрязнению почв относятся Шымкент и Усть-Каменогорск. Особо токсичными являются следующие 9 элементов: Cr, As, Ni, Sb, Pb, Mo, Cd, Hg, Ta. Наиболее токсичные соединения дают 4 металла: Pb, Hg, Cd, Cr.

Для снижения до минимума доступности растениями токсичного металла в почве необходимо поддерживать рН не ниже 6,5, при которой больше вероятность образования нерастворимых гидроксидов и карбонатов металлов. Металлы образуют сложные комплексы в присутствии органических веществ. Поэтому в почвах с высоким содержанием гумуса они менее доступны для поглощения растениями.

Институт почвоведения им. У. Успанова НАН РК установил, что орошаемые почвы бассейна р. Сырдарья загрязнены соединениями свинца, меди, кадмия, фтора и бора. Наиболее загрязненными являются почвы Арысь-Туркестанского и правобережной части Шаульдерского бассейнов.

Во всех сельскохозяйственных регионах Казахстана не функционирует служба хранения, транспортировки и ликвидации последствий от применения пестицидов. В результате продолжается загрязнение почв, подземных горизонтов, поверхностных водных объектов токсичными ядохимикатами. Так, в Кустанайской области единственный полигон для захоронения отходов ядохимикатов был переполнен еще в 1985 г. Проектирование нового полигона приостановлено в 1993 г. из-за отсутствия средств ОПО «Сельхозхимия».

Общие требования к контролю и охране от загрязнения почв, к методам определения загрязняющих веществ регламентированы ГОСТ 17.3.3.04-85 и ГОСТ 17.4.3.03-85. Определение признаков пригодности горных пород к использованию в качестве питательной среды биоценозов основано на ГОСТ 17.5.1.04-86.

Эрозия почвы: опустынивание

В некоторых частях света, особенно вокруг Сахары, пустынные территории расширяются, уничтожая окружающие их плодородные земли. Этот процесс называют опустыниванием. Происходит он потому, что уничтожаются леса и естественный травянистый покров, многократно распахиваются земли соблюдения правил агротехники, что усиливает эрозию

почвы – разрушение и смыв плодородного слоя водой и ветром (рисунок 7.2).



Рисунок 7.1 – Типы эрозии почвы

Ежегодно в мире около 20 млн га земель превращается в бесплодную пустыню. Ежегодный прирост оврагов – 55 км. В Африке Сахара расширяется со скоростью от 1 до 10 км/год. Пыльные бури и уничтожение лесов двигают пески со скоростью 50 тыс. км².

В литературе часто встречаются разные названия эрозий, например, ветровую эрозию называют дефляцией или смывом, водную – размывом. Кроме того, поверхностную водную эрозию называют плоскостной. Струйчатую – бороздчатой, к разновидности водной эрозии относят селевые потоки.

Важным отличием этих двух типов эрозии является то, что при ветровой эрозии происходит выдувание лишь механических элементов почвы, а при водной – не только смываются частицы почвы, но одновременно происходит растворение в текущей воде питательных веществ и удаление их (N, P, K; микроэлементов I, Cu, Zn, Co, Mn, Ni, Mo). Ветровая эрозия не связана с условиями рельефа, водная эрозия возникает при определенном уклоне при водной эрозии продукты разрушения перемещаются только сверху вниз, а при ветровой – не только по плоскости, но и вверх. Промоины, рытвины, овраги превращают сельхозугодья в неудобные земли, затрудняют обработку полей, снижают урожайность. Смываемый слой почвы выносится в реки и водоемы, вызывает их заиливание. Глинистая почва смывается сильнее, чем песчаная.

При обработке, окультуривании почв её разрыхлённость, пористость увеличивается, тем самым облегчается питание и прорастание растений. С другой стороны, избыточные разрыхлённость и пористость почв усиливает их водную и ветровую эрозию. Из-за этого легкие почвы, пески несоизмеримо легче переносятся и смываются, чем тяжелые почвы, глины.

Сильной считается эрозия при смыве более 50 т мелкозема на 1 га в г. (5 см за 10 лет); средняя – от 25 до 50 т/га в г.; слабая – 12,5–25 т/га в г.; очень

слабая < 12,5 т/га в г. Различают разновидности водной эрозии: ирригационная эрозия – при нарушении правил полива при орошаемом земледелии; техническая эрозия – разрушение почвы под воздействием транспорта, землеройной техники.

Наибольшее количество нарушенных земель Казахстана – в Костанайской, Карагандинской, Павлодарской, Жезказганской, Актюбинской областях. Нарушенные земли в этих областях представлены в основном карьерами угольных месторождений и других полезных ископаемых, отвалами вскрышных и горных пород, хвостохранилищами.

7.1 Мероприятия по защите почвы. Режим нарушения и рекультивации земель

Мероприятия по защите почвы

К основным мерам по защите почвы от воздействий являются:

- борьба с ветровой и водной эрозией: полезащитные полосы, насаждение деревьев и кустарников (ветроломы), устойчивых к засухе растений (орех, миндаль, фисташка, боярышник, вишня, персик, абрикос, инжир, акация и др.); лесозащитные полосы – хвойные: сосна, ель, можжевельник; вод задержание и усиление вод поглощения на полях (органическое удобрение, правильный севооборот и др.);

- борьба с пылеобразованием на автомобильных дорогах и аэродромах, предприятиях;

- снижение и исключение загрязнений почв и водоемов всеми направлениями деятельности человека (при загрязнении почвы выше предельно допустимых концентраций необходимо проведение известкования почв; снятие слоя почв при заражении радионуклидами; рекультивация земель и т.д.

На рисунке 7.2 представлены наиболее распространенные способы защиты земель от ветровой эрозии, которые состоят из следующих: применение щадящих агротехнических технологий; закрепление поверхностей; уменьшение скорости ветра у поверхности земли путем сохранения стерни, применения полезащитных севооборотов.



Рисунок 7.2 – Основные способы защиты земель от ветровой эрозии

Для почв селитебных зон (зон проживания людей), например, содержание нефтепродуктов не должно превышать более 180 мг/кг почвы, в противном случае необходимо снятие слоя почвы);

- рекультивация земель, сохранение верхнего слоя при строительстве любых объектов жизнеобеспечения людей (техническая, биологическая рекультивация).

Ландшафты, почвы которых подвержены ветровой эрозии, защищают с помощью ветрозащитных лесных насаждений. Ветрозащитные лесные насаждения уменьшают в приземном слое скорость ветра, чем обеспечивают защиту почвы, также за счет ослабления ветра улучшается водный режим почвы, снижаются потери влаги.

Противоэрозионные мероприятия, способствующие уменьшению техногенной нагрузки, воздействующей на водные объекты, включают работы по закреплению поверхности водосбора, направленные на предотвращение образования эрозийных процессов при использовании земельных угодий; по защите эрозионно опасных водосборных территорий от дальнейшего развития эрозионных процессов. Природоохранные мероприятия по защите почвы от водной эрозии заключаются в противоэрозионной организации территории проведении агротехнических и лугомелиоративных приемов землепользования.

Структурная схема системы мероприятий, выполняемых при защите земель от водной эрозии – на рисунке 7.3.



Рисунок 7.3 – Системы мероприятий по защите водосборных территорий от водной эрозии и образования оврагов

Противоэрозионная организация территории включает:

- размещение всех объектов землепользования, сельхозпроизводства, инженерных сооружений и коммуникаций с учетом требований максимальной защиты территорий от эрозии;
- ограничение и исключение применения технических средств по выполнению технологических приемов, способствующих разрушению незащищенной поверхности земли, растительного покрова и почвы;
- сохранение в естественно закрепленном состоянии эрозионно опасных площадей и участков;
- ограничение в использовании отдельных эрозионно опасных площадей и участков под пастбища, интенсивные сенокосы, лесозаготовки и введение запрета на сводку леса;
- создание условий для естественного закрепления и восстановления площадей, разрушаемых эрозией;
- выполнение системы мероприятий по защите и восстановлению земель, подвергшихся эрозионному разрушению.

Противоэрозионные гидротехнические сооружения, устраиваемые на водосборе и в руслах водосборной сети, показаны на рисунке 7.4.

Основное требование, предъявляемое к противоэрозионным мероприятиям и работам в условиях слабоработоспособного ландшафта – перевод поверхностного стока или его части в грунтовой (почвенный) сток. При этом существенно уменьшается эрозионный смыв почвы, а поступившие на поверхность загрязняющие вещества с инфильтрационным потоком проникают

вглубь почвы.

Горизонты почвы, выступая в качестве геохимических барьеров, задерживают из потока загрязняющие вещества. Поэтому загрязненные воды, проходя сквозь почву, частично или полностью очищаются от техногенных продуктов, но сама почва может загрязняться.



Рисунок 7.4 – Противоэрозионные гидротехнические сооружения

Режим нарушения и рекультивации земель

Одно из важнейших условий охраны окружающей среды – рациональное землепользование. Это порядок, размеры и интенсивность изъятия земель под промышленное использование при минимальных затратах средств на временное отчуждение земель. Поэтому необходимы такие технологические решения, которые позволят уменьшить размеры нарушений земель и ускорить их возврат для использования в сельском, лесном или рыбном хозяйстве.

Чем быстрее и качественнее будут восстановлены земли, тем меньший ущерб понесет общество. Срок службы крупных карьеров достигает 40 лет и более.

Поэтому небезразлично, когда будут нарушены и восстановлены земли. Рассмотрим режим нарушения восстановления земель, под которым следует понимать установленные во времени размеры и место занятия земель и их рекультивации.

Этот режим может быть охарактеризован площадями нарушения и рекультивации земель за определенный промежуток времени. Коэффициент рекультивации равен отношению площади восстановленной земли S_B за определенный промежуток времени T_K площади нарушенной земли S_H за тот же промежуток времени T :

$$K_P = S_B / S_H. \quad (7.2)$$

Интенсивное нарушение земель осуществляется как в период строительства карьера, так и в первые годы эксплуатации месторождения.

В результате в первые 10–15 лет карьеры, разрабатывающие наклонные и крутые залежи, практически не имеют отработанных (завершенных) площадей, где можно выполнять рекультивационные работы.

Рекультивация нарушенных земель

Рекультивация – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

К основным объектам рекультивации относятся карьерные выемки, мульды оседания, прогибы, провалы, отвалы, траншеи, канавы, резервы и кавальеры автомобильных и железных дорог, нарушения по трассам трубопроводов, промплощадки и транспортные коммуникации строящихся или ликвидированных предприятий, загрязненные земли и другие объекты.

Рекультивация может проводиться в различных направлениях:

1) сельскохозяйственном – создание на нарушенных землях сельхозугодий (пашни, сенокосы, пастбища, многолетние садовые насаждения, подсобное хозяйство и др.);

2) лесохозяйственном – создание лесонасаждений различного типа (общего хозяйственного и полезащитного насаждения, лесопитомники);

3) рыбохозяйственном – создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения;

4) рекреационное – создание на нарушенных землях объектов отдыха (зона отдыха и спорта, парки и лесопарки, водоемы для оздоровления, охотничьи угодья, туристические базы и спортивные сооружения);

5) природоохранном и санитарно-гигиеническом – биологическая или техническая консервация нарушенных земель, отвалов и хвостохранилищ, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для использования в народном хозяйстве экономически не эффективна или преждевременна (участки природоохранного назначения, противоэрозионного лесонасаждения, задернованные или закрепленные специальными средствами, участки самозарастания и др.);

б) строительном – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства, размещение отвалов отходов производств, хвостов обогащения, строительного мусора.

Рекультивация нарушенных земель осуществляется в два последовательно проводимых этапа:

1) технический этап – включает подготовку нарушенных земель для последующего целевого использования в народном хозяйстве, при которой выполняются:

- планировка,
- формирование откосов,
- снятие, транспортировка и нанесение плодородного слоя почв потенциально плодородных пород на рекультивируемые земли,

- строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др.

Работы первого этапа выполняются горными предприятиями, либо подрядными специализированными организациями.

2) биологический этап – выполняются мероприятия по восстановлению плодородных земель. К ним относится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны, создание устойчиво функционирующих высокопродуктивных биогеоценозов.

Биологическая рекультивация выполняется сельскохозяйственными, лесохозяйственными и другими специализированными организациями. При формировании отвалов в самом нижнем слое располагаются непригодные породы, затем малопригодные, выше потенциально плодородные и плодородные. Технический и биологический этапы рекультивации нарушенных земель осуществляются за счет горных предприятий. Чистая планировка земель – окончательное выравнивание поверхности и исправление микрорельефа при незначительных объемах земляных работ. Обычно проводится перед нанесением потенциально плодородных и плодородных земель через 1–2 года после отсыпки отвала. Мелиоративная профильная планировка – равномерное размещение на спланированной рекультивируемой поверхности слоя экранирующих пород или пород, обеспечивающих создание искусственного водопора. Мелиоративная отделочная планировка – придание поверхности плодородного слоя почв на рекультивируемых землях проектных уклонов и устранение микропонижения глубиной более 5 м. Выравненной считается поверхность, когда микропонижения на участке длиной 3–5 м не превышают глубину 4–5 см.

7.2 Воздействие промышленных предприятий на земельные ресурсы

Воздействие промышленных предприятий на земельные ресурсы

Из всех видов человеческой деятельности можно выделить приносящие наибольший урон земельным ресурсам – неоправданное применение химикатов в сельском хозяйстве, возведение гидроэлектростанций, горные работы.

Масштаб воздействия горных работ на компоненты литосферы огромен.

По приближенным подсчётам общая площадь земель, нарушенных в бывшем СССР при добыче твердого минерального сырья, к 1990 г. превысила 3 млн га. Из них на Казахстан приходится около 9 %.

Добыча полезных ископаемых производится традиционными способами: добыча открытым способом; гидравлическая добыча; штрековый способ; шахтный способ. Каждый из этих способов оказывает негативное воздействие на литосферу, что нарушает целостность всей экосистемы.

В районе вредного влияния горных предприятий выделяются четыре зоны экологических изменений:

1) зона сильных нарушений и загрязнений характеризуется сплошной гибелью корневых растительных сообществ на расстоянии 0,5–6 км.

2) зона умеренных нарушений и загрязнений характеризуется угнетением и гибелью большей части корневых растительных сообществ и заменой их более устойчивыми к новым условиям. Зона распространяется в радиусе 1–15 км.

3) зона слабых нарушений и загрязнений, где наблюдается гибель только отдельных деревьев на фоне общего снижения продуктивности естественных растительных сообществ. Зона распространяется на 2–30 км и более. Ее внешняя граница принимается за границу ППК;

4) могут наблюдаться изменения в составе атмосферного воздуха и грунтовых вод в пределах, не превышающих действующие нормы ПДК, но выше кларковых, средних многолетних значений для данной местности. Экологических нарушений растительных сообществ в этой зоне нет.

Земельный отвод горного предприятия предоставляется предприятию на срок от 3 до 10 лет. На земельных отводах располагаются карьерные выемки, внутренние и внешние отвалы, зоны обрушения, дороги и другие технологические объекты, связанные с краткосрочным использованием земель. Горный отвод представлен нарушаемыми (НЗ) и не нарушаемыми землями (ННЗ). Удельный вес нарушаемых земель (НЗ) составляет 60–95 % от земельного отвода.

Под нарушенными понимаются земли, утратившие свою хозяйственную деятельность или оказывающие отрицательное воздействие на окружающую среду. Ненарушенные земли – это земли с ненарушенным почвенно-растительным слоем.

Особенно нарушают земли открытые горные работы, оставляющие после себя огромные площади нарушенных земель.

Нарушаемые земли (НЗ) состоят из:

- 1) земель, занятыми горными выработками;
- 2) земель, занятыми отвалами;
- 3) земель, занятыми промплощадками коммуникациями.

Земли, нарушаемые горными выработками, включают:

- 1) карьерные выемки;
- 2) траншеи;
- 3) котлованы;
- 4) нагорные канавы и другие горные выработки.

При добыче полезных ископаемых наряду с непосредственным нарушением земной поверхности происходят нарушения в прилегающей территории. Виды и источники воздействия на литосферу при добыче полезных ископаемых (ПИ) схематично отображены на рисунке 7.5.

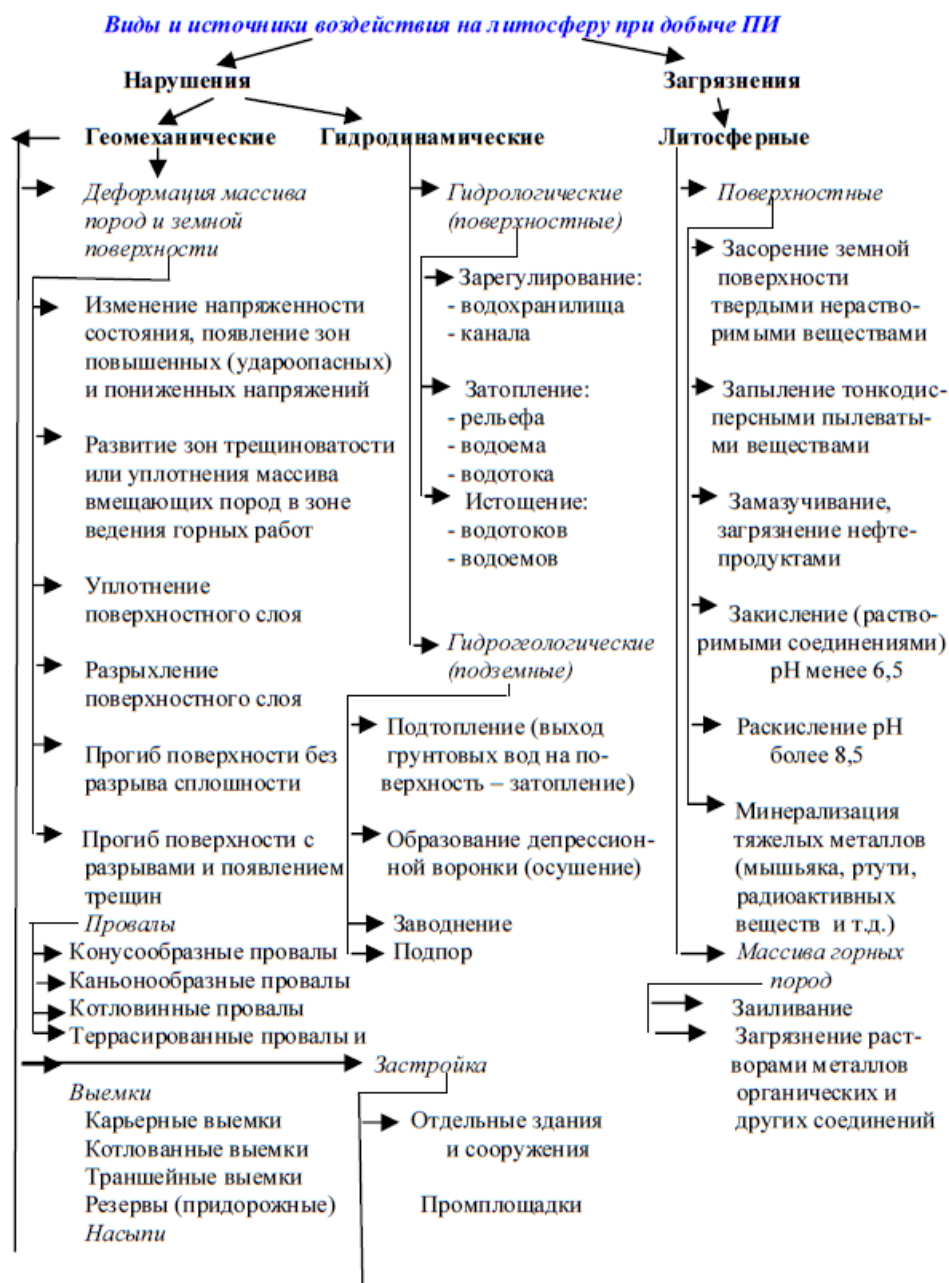


Рисунок 7.5 – Виды и источники воздействия на литосферу при добыче ПИ

К землям, занятым отвалами относятся: внешние, породные, отвалы некондиционных полезных ископаемых, шлама- и хвостохранилище и другие отвалы пустых пород.

Кроме того, к ним относят административно-хозяйственные здания и сооружения, перерабатывающие предприятия, ремонтные средства, склады взрывчатых веществ (ВВ) и прочие объекты.

К ненарушаемым землям относят:

- 1) охранные зоны (санитарные, у складов ВВ);
- 2) площади между зданиями и сооружениями;
- 3) площади под застройку.

Концентрация пыли превышает санитарные нормы на расстоянии до 3500 м от хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов, а содержание вредных газов – на расстоянии 1500 м от терриконов.

Загрязнение воздуха приводит к повышению коррозии оборудования, нарушению чистоты помещений, медленному разъеданию стен и наносит ущерб здоровью живых организмов.

Земли, нарушенные инженерными сооружениями, состоят из: железных и автомобильных дорог, трубопроводов, линий электропередач, конвейерных линий, канатных подвесных дорог и других инженерных коммуникаций.

Горные работы влияют на гидрогеологические условия. При этом наблюдается повышение способности массива пород пропускать через себя воду вниз; перераспределение давления; уход воды, высушивая верхние, горизонты, в нижние; усиление поступления в горные выработки воды из открытых водоемов.

Нарушается режим малых рек, озер. Происходит деформация поверхности земли под влиянием глубоких работ по понижению и отливу воды.

Ведение открытых горных работ приводит к снижению уровню грунтовых вод. Вокруг глубоких карьеров возникают депрессионные воронки, которые пересекают все водоносные горизонты.

Физическое нарушение структуры почв связано с изменением режима почвенных и подземных вод, ландшафта и деформациями поверхности. В результате почвы осушаются или заболачиваются и теряют плодородные свойства. Например, при внешних отвалах, сложенных скальными породами, и при отсутствии озеленения загрязнение происходит в радиусе 3–4 км.

Химическое нарушение почв обусловлено их загрязнением отходами. В результате естественного выщелачивания вредных элементов из рудных складов, отвалов забалансовых руд, пустых пород и хвостохранилищ происходит загрязнение атмосферы, почвенных вод и почв прилегающих территорий. Эти проблемы усугубляются при разработке радиоактивных руд.

Деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных регионах, вызванная различными факторами, включая климатические изменения и деятельность человека, называется опустыниванием (Anonymous, 1992). Это медленный процесс деградации земли, который ухудшает качество земли, ведет к снижению ее продуктивности и, таким образом, влияет на уровень жизни людей. По данным ЮНЕП (Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде) (1997 год), около 5172 млн. га районов мира (или 39,7% земной площади мира) относятся к засушливым районам и подвержены опустыниванию. Из общей площади засушливых земель аридные земли (исключая гипераридные районы) занимают 26% площади, полузасушливые 38% и сухие субгумидные 21%. Было подсчитано, что около 1035 млн. га (или 20% от общей площади) затронуты опустыниванием, в то время как 467 млн. га подвержены водной эрозии и 432 млн. га подвержены ветровой эрозии. (

8 Рациональное использование и охрана земельных ресурсов как составная часть комплексной программы использования природных ресурсов и сохранения окружающей среды

Для сохранения окружающей среды на стадии проектирования организации должны обеспечить рациональное использование земель и других природных ресурсов, а также охрану окружающей природной среды. В проектных разработках в соответствии с заданием на проектирование выделяются пусковые комплексы, которые включают не только объекты основного производства, вспомогательного и обслуживающего назначения любого землевладения и землепользования, но также и очистные сооружения и объекты, связанные с охраной окружающей природной среды. В соответствии с природоохранными стандартами и методиками нормирования выбросов и сбросов производства должны быть предусмотрены утилизация отходов и побочных продуктов производства, а также приведены сведения об отходах, не подлежащих утилизации в данном производстве. В проекте должны быть предусмотрены технические решения, обеспечивающие предотвращение загрязнения земельных ресурсов и окружающей среды в целом, как при производственных процессах, так и в случае аварии, а также ликвидацию негативных последствий для окружающей природной среды. В рамках комплексной программы использования природных ресурсов и сохранения окружающей среды должны быть подробно разработаны вопросы восстановления (рекультивации) земельного участка, использования плодородного слоя почвы, охраны недр и животного мира.

Охрана и рациональное использование недр и массивов горных пород

Стратегическая линия защиты и рационального использования оползневых, селевых, закарстованных и других массивов горных пород может быть представлена следующим образом:

- нарушение экологических равновесий и изменение среды неизбежны, однако не следует допускать вредных и опасных по своим последствиям нарушений;

- постепенно переходить от защиты отдельных участков и районов к охране всего природного окружения;

- в районах со сложными природными условиями добиваться их улучшения путем рекультивации, создания искусственных форм рельефа, борьбы с неблагоприятными геологическими процессами. Весьма важно учитывать единство, взаимосвязь и взаимообусловленность антропогенных геологических процессов. Изменение одного процесса вызывает изменение других; изыскатель и проектировщик должны предвидеть цепные экологические реакции;

- выгоднее и эффективнее предупреждать нежелательный процесс, что подчеркивает значимость профилактических мероприятий;

- не применять таких мер борьбы, которые порождают новые нежелательные процессы и явления;

- охранять памятники природы (уникальные геологические разрезы, геоморфологические элементы, карстовые пещеры и т.п.).

8.1 Защита литосферы от жидких и твердых отходов

Жизнедеятельность человека и животных, любая технологическая деятельность неизбежно приводят к образованию различных видов отходов, оказывающих то или иное воздействие на окружающую среду. Одна из задач инженерной экологии – сделать так, чтобы это воздействие было по возможности умеренным и не вызвало бы необратимые пагубные изменения в природе.

Многие виды отходов представляют повышенную опасность для окружающей среды, городского и сельского населения из-за высокой токсичности. Даже их складирование или захоронение без соблюдения соответствующих предупредительных мер безопасности может привести к серьезным последствиям для природы и людей, экологическому ущербу. Особенно это относится к радиоактивным, взрывоопасным отходам, легколетучим отравляющим веществам.

В то же время некоторые отходы по своему химическому составу и физическому состоянию являются безвредными, их можно закапывать, затоплять в морях и океанах.

Проблемы образования и использования отходов многогранны. Отходы производства и потребления могут являться ценными видами вторичных материальных и энергетических ресурсов. Для их "добычи" нет необходимости производить специальные геологические изыскания, строить горнодобывающие предприятия, транспортировать технологическое и энергетическое сырье на большие расстояния. Вторичные материальные и энергетические ресурсы в наибольшей степени образуются как раз в крупных промышленных центрах, где имеются принципиальные возможности для их повторного применения.

Радикальное решение проблем охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленных объектов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий. Использование очистных устройств и сооружений не позволяет полностью локализовать токсичные выбросы, а применение более совершенных систем очистки всегда сопровождается экспоненциальным ростом затрат на осуществление процесса очистки даже в тех случаях, когда это технически возможно. Так например, очистка сточных вод крупного машиностроительного предприятия с эффективностью до 90% обеспечивается сравнительно легко, на каждый последующий процент дает рост затрат, взмывающий вверх по экспоненциальной кривой. Стопроцентная очистка теоретически возможна, но практически неосуществима из-за громоздкости очистных сооружений и их колоссальной стоимости. Следовательно, нужно искать альтернативное решение, а именно – внедрять малоотходную и ресурсосберегающую

технологиию.

В настоящее время в соответствии с решением ЕЭК ООН и Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов принята следующая формулировка безотходной технологии «Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств, с тем чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду».

Под безотходной технологией, безотходным производством, безотходной системой понимают не просто технологию или производство того или иного продукта (или продуктов), а принцип организации и функционирования производств, региональных промышленно-производственных объединений, территориально-производственных комплексов народного хозяйства в целом. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергия в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы), т. е. не нарушается сложившееся экологическое равновесие в биосфере.

Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства. При малоотходном производстве вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными органами, но по техническим, экономическим организационным или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов, поскольку отходы производства — это по тем или иным причинам неиспользованная или недоиспользованная часть сырья. Большое значение при этом приобретает разработка ресурсосберегающих технологий.

Для удовлетворения потребностей народного хозяйства ежегодно в расчете на душу населения в хозяйственный оборот вовлекается до 20 т природного сырья. В промышленности 70% затрат приходится на сырье, материалы, топливо и энергию. В этой связи в условиях постоянно нарастающего дефицита природных ресурсов важную роль играет рациональное, комплексное и экономическое их использование, снижение металлоемкости и энергоемкости промышленного производства. При создании безотходных и малоотходных производств необходимо постоянно совершенствовать существующие и разрабатывать принципиально новые технологические процессы и схемы, при реализации которых существенно снижается количество образующихся отходов или они практически ликвидируются.

Такое производство включает и переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия.

8.2 Показатели оценки использования земель. Регулирование вопросов земельных ресурсов

Показатели оценки использования земель

Эффективность использования земель в большинстве отраслей производства характеризуется объемом созданной продукции, приходящейся на единицу площади занятых земель. Удельная землеемкость P равна отношению площади, занятой предприятием S , к количеству полученного продукта Q :

$$P = S/Q, \text{ м}^3 (\text{м}^2/\text{т}). \quad (8.1)$$

Текущая землеемкость добычи полезного ископаемого – это отношение площади земель, нарушаемых в течении определенного периода (год) к объему добыча полезного ископаемого за тот же период.

При глубине карьера в 250 м на тонну извлеченной руды приходится 15–20 т поверхностной породы, снятой для того, чтобы дойти до руды. Высота отвалов не превышает, как правило, 50 м. Расчеты показывают, что при глубине работ 500–1000 м площадь отвала будет превышать площадь карьера в 4–7 раз. Отвалы вскрышных пород, связанных с добычей железной руды, отсыпаются в виде различных пород в несколько ярусов высотой до 25 м каждый.

Коэффициент вскрыши ($K_{ВС}$) определяется по формуле:

$$K_{ВС} = M_{ВС} / M_{Р.}, \quad (8.2)$$

где $M_{Р}$ – масса руды, $M_{ВС}$ – масса вскрышной породы.

Плодородный слой почв может храниться в течение 10 лет и более. Хранить его необходимо в штабелях круглой или квадратной формы высотой 10–15 м. Для предохранения штабеля от водной и ветровой эрозии поверхность его планируется и засеивается травами. Нельзя хранить плодородный слой почвы в оврагах, балках или местах скопления больших объемов воды

Регулирование вопросами земельных ресурсов

Экологический контроль

Человек всегда наблюдал за естественными изменениями в биосфере, которые стали заметными лишь через продолжительное время. Естественные экосистемы, благодаря своим уникальным свойствам, быстро восстанавливаются и возвращаются в начальное состояние. Однако усилившаяся антропогенная нагрузка значительно ускорила изменения в окружающей природной среде, а восстановительная способность экосистем заметно замедлилась. Сегодня естественные изменения изучаются геофизическими службами: гидрометеорологической, сейсмической, ионосферной, гравиметрической, магнитометрической и др. Для наблюдений

за антропогенным воздействием на окружающую природную среду служит экологический мониторинг, входящий в состав экологического контроля, который, в свою очередь, охватывает не только наблюдение, но и проверку выполнения природоохранных мероприятий.

Режим охраны природных территорий может быть заповедным, заказным, комбинированным. По степени строгости заповедного режима различают следующие категории: заповедники, заповедники биосферные, заказники, национальные и природные парки, резерваты, памятники природы, памятники всемирного наследия и др.

Заповедники – особо охраняемые территории (и акватории), полностью исключены из хозяйственной деятельности ради сохранения в нетронутом виде природных комплексов (эталонов природы), охраны редких и исчезающих видов растений и животных. Заповедники расположены в различных природных зонах. В настоящее время в Казахстане 9 действующих и 18 перспективных заповедников.

Заповедники биосферные – охраняемые, наиболее характерные, эталонные участки биосферы в различных географических зонах Земли. Всемирная система биосферных заповедников начала создаваться в 1973 г. в рамках Международной научной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Такие заповедники имеют «ядро» – абсолютно охраняемую территорию, вокруг которой находится «буферная» зона – охраняемая, на которой частично ограничивается хозяйственная деятельность, далее расположена зона обычного, но строго рационального хозяйственного использования территории.

Биосферный заповедники – это охраняемые территории, на которых защита природы сочетается с фундаментальными научными исследованиями в области окружающей среды.

Заказники – участки территории или акватории, на которых в течение ряда лет или постоянно в определенные сезоны или круглогодично запрещены отдельные виды и формы хозяйственной деятельности человека для обеспечения охраны одного или нескольких ценных объектов живой природы или живописных видов ландшафта. Система заказников широко используется в охотничьем хозяйстве и служит средством увеличения численности охотничье-промысловых животных. В настоящее время в Казахстане 66 действующих и 58 перспективных заказников.

В настоящее время в Казахстане:

- заповедников: действующих 9 (Кургальджинский, Алакольский, Западно-Алтайский, Маркакольский, Наурзумский, БарсаКельмес, Устюртский, Аксу-Джабаглы; перспективных 18 (Ерментауский, Тургайский, Сынтасский, Алматинский (биосферный), Прибалхашский (биосферный), Прикаспийский (биосферный), Зайсанский, Тарбагатайский, Бетпакдалинский (комплексный), Урдинский (биосферный), Миргородский (биосферный), Бетпакдалинский (комплексный), Центрально-Азиатский (комплексный), «Красные борки», Жабайушканский, Жанажолский, Каратауский

(комплексный), Сырдарьинский;

- государственных Национальных природных парков: действующих 4 (Алтын-Эмель, Иле-Алатау, Баянаульский, Кокшетауский);

перспективных 6 (Джунгарский региональный, Ерментауский, Тургайский, Алматинский, Прибалхашский (зоологический), Илийская дельта (зоологический), Каройский (зоологический), Верхнее-Коксуйский (зоологический), Куканский (зоологический);

- природных памятников: действующих 24, перспективных 65;

- заказников: действующих 66, перспективных 58;

- государственных ботанических садов: действующих – 6 (Главный ботанический сад – г. Алматы, Илийский, Алтайский, Карагандинский, Жезказганский, Актауский), перспективных – 3 (г. Астана, г. Атырау, г. Кызылорда);

- государственных зоологических парков: действующих – 3 (г. Алматы, г. Караганда, г. Шымкент), перспективных – 1 (г. Астана);

- государственных дендрологических парков: действующих – 0, перспективных – 3 (Иссыкский, Володарский, Кызылординский);

- водоемов, имеющих особое государственное значение – 81.

Управление природопользованием

Управление – совокупность мер регулирования состояния системы в целях сохранения ее устойчивости. Понятие управления природопользованием вошло в употребление в бывшем СССР в конце 80-х – начале 90-х годов. В работах Римского клуба проблема управления (в т.ч. глобального) является одной из центральных.

Содержательный смысл управления природопользованием раскрывается в конкретных формах его организации и выбранной системе воздействий.

Цель управления – обеспечить безопасное и устойчивое (сбалансированное) развитие.

Характер систем управления определяется в первую очередь поставленной целью, но он также зависит от характеристик конкретной территории, что влияет на специфику природопользования и требует регионализации систем управления природопользованием.

Системы управления природопользованием зависят также от выбранных способов воздействия – методов управления. Выбор методов управления определяется на основе информационного и нормативно-правового обеспечения процесса управления.

Таким образом, организация системы управления природопользованием включает:

- формирование экополитики;

- конкретизацию целей и задач экополитики, установление приоритетов;

- выработку стратегии природопользования;

- выбор методов управления;

- создание институциональной инфраструктуры для обеспечения управления в сфере природопользования.

Управление природопользованием подразумевает управление действиями людей, включенных в природные системы определенных территорий.

8.3 Проблемы рационального использования, охраны земельных ресурсов. Экономический аспект. Проблема повышения эффективности использования земель

В улучшении использования земель первостепенное значение имеют внедрение инновационных проектов организации территорий, повышение культуры земледелия, соблюдение установленной технологии выращивания сельскохозяйственных культур, введение и освоение рекомендуемых севооборотов, осуществление противоэрозионных и других природоохранных мероприятий.

Среди этих направлений приоритетным является повышение продуктивности и сохранение плодородия почв.

Рациональное использование земли, повышение почвенного плодородия - одна из важных задач. Проблема эффективного использования потенциала земельных ресурсов государства в условиях рыночной экономики должна рассматриваться как приоритетное направление происходящих реформ.

На всех этапах земельная реформа должна быть подчинена главной цели - повышению эффективности использования и охране земель, сохранению её производительных свойств. В мировом сообществе немало примеров, когда государства берут на себя все больше контрольных функций, ужесточая требования за использованием и распоряжением земель. Так, правительство штата Новый Уэльс (Австралия) в августе 1995 года приняло постановление, запрещающее 5 лет заниматься сельским хозяйством на землях, которые деградируют. Ограничивается вырубка леса, устанавливается предельная норма содержания скота на 1 га, запрещается обработка земли, где проходят стоки воды и т.д., оговариваются даже, какими должны быть ограждения для скота на фермах.

Как принцип права рациональное использование земель выражается в требовании их эффективной эксплуатации землевладельцами, землепользователями, собственниками земли. Содержание данного принципа определяется как общими требованиями, предъявляемыми к использованию и охране земель вообще, так и спецификой правового режима той или иной категории земель. При использовании сельскохозяйственных земель данный принцип требует повышения их плодородия, увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, организации эффективной хозяйственной эксплуатации данных земель и одновременно предполагает надлежащую охрану земель сельскохозяйственного назначения. Использование земель несельскохозяйственного назначения с учетом принципа рациональности предполагает обеспечение их строго целевого использования с максимальным эффектом для землевладельцев,

землепользователей, собственников и при учете требований охраны, как земельных ресурсов, так и окружающей среды в целом.

Под рациональным использованием земли до недавнего времени понималось достижение максимального эффекта в осуществлении целей землепользования с учетом полезного взаимодействия земли с другими природными факторами и при охране земли в процессе использования как специфического условия всякой деятельности и главного средства производства в сельском хозяйстве.

Рациональное и эффективное использование земли – основа успешного развития экономики страны и, прежде всего, сельского хозяйства. Земля – это основа сельскохозяйственного производства, основной источник благополучия народа. Поэтому реализация проблем эффективного использования земли – важнейшее условие увеличения производства всех видов сельскохозяйственной продукции.

Земля является не только объектом недвижимости, но и природным ресурсом, средством производства и пространственным базисом. Из этих объективных положений и исходило преобразование земельных отношений и проведение земельной реформы.

В сельскохозяйственном производстве территории Западно-Казахстанской области за последние годы произошли большие изменения. Они связаны с переходом к рыночным отношениям и охватывают все аспекты ведения сельского хозяйства (экономические, организационные, социальные). Реформирование аграрно-промышленного комплекса (АПК) обеспечило самостоятельность сельскохозяйственных предприятий, создало возможность для формирования многоукладной аграрной экономики. Однако аграрные реформы, начатые в 90-е годы, привели к затяжному кризису, охватившему практически все отрасли сельскохозяйственного производства в природно-хозяйственной системе.

Кризисное состояние проявляется, прежде всего, в спаде сельскохозяйственного производства, ухудшении экологического состояния сельскохозяйственных угодий, ухудшении экономического положения сельскохозяйственных предприятий и понижении жизненного уровня сельского населения. В сложившейся обстановке необходима оценка степени воздействия сельскохозяйственного производства на природно-территориальные комплексы новыми сельскохозяйственными формированиями для получения полной информации об эффективности использования агроландшафтов.

Стремление к максимальному освоению земель под посевы сельскохозяйственных культур, прежде всего, под зерновые, имевшие место в период освоения целины и последующие годы, привело к тому, что наряду с пригодными под пашню угодьями было вовлечено в оборот большое количество низкопродуктивных земель. В результате к 1990 году площадь пашни в республике составила более 35 млн га, из них в Западно-Казахстанской области – 2 млн га.

В период реформирования сельскохозяйственных организаций резко сократилась площадь обрабатываемых земель. К 2000 году пашни числилось уже 407 тыс. га. В последующем с общим подъемом экономики страны и государственной поддержкой сельхозтоваропроизводителей создались предпосылки для вовлечения в пашню пахотнопригодных участков залежи и других угодий. За период с 2000 по 2009 годы увеличение пашни в области составило более 300 тыс. га.

Прирост пашни происходит, в основном в зерносеющих районах области – Зеленовском, Теректинском, Таскалинском районах. Одним из важных показателей современного экологического состояния земель Западно-Казахстанской области является антропогенный фактор и связанные с ним негативные последствия.

К таковым мы относим: загрязнение атмосферного воздуха, радиационную обстановку, загрязнение подземных и поверхностных вод, состояние питьевого водоснабжения, загрязнение почвенного покрова, деградацию почвенно-растительного покрова и др. Проявление негативных экзодинамических процессов, природных и антропогенно-обусловленных, позволяют дать оценку экологического состояния ландшафтов региона.

Рыночная экономика показала убыточность применяемых в хозяйствах затратных технологий возделывания ряда культур, многие из которых не так давно считались прогрессивными. Это привело к ломке структуры посевов, севооборотов и системы земледелия в целом.

Резко упало внимание к севооборотам, допускаются элементарные нарушения требований плодосмена ради рыночной конъюнктуры. Это проявляется в расширении монокультуры.

При таком хозяйствовании будет резко падать урожайность, увеличится засоренность, усилится эрозия почвы. Так, в структуре посевных площадей наблюдается значительный перекоп в сторону пшеницы в ущерб другим культурам. Преобладание монокультуры – пшеница в структуре посевов (77%) – ведет к нарушению научно-обоснованной системы севооборотов.

Нормирование качества почвы

Основные понятия, касающиеся химического загрязнения почв, определены ГОСТ 17.4.1.03-84 «Охрана природы. Почвы. Термины и определения химического загрязнения», СанПиН 2.1.7.1287-03, ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы», а также законом РК «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». В настоящее время в нормировании качества почвы применяется только один показатель, разработанный для почв, используемых в сельском хозяйстве.

Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДКп) – это концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы.

Оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются коэффициент концентрации химического элемента, K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c . Коэффициент концентрации определяется как отношение реального содержания элемента в почве C к фоновому C_{ϕ} :

$$K_c = C/C_{\phi}. \quad (8.1)$$

Поскольку часто почвы загрязнены сразу несколькими элементами, то для них рассчитывают суммарный показатель загрязнения, отражающий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1), \quad (8.2)$$

где K_{ci} – коэффициент концентрации i -го элемента в пробе;
 n – число учитываемых элементов.

Суммарный показатель загрязнения почвы может быть определен как для всех элементов водной пробе, так и для участка территории по геохимической выборке. Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения показана в таблице 8.1

Таблица 8.1 – Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения

Категория загрязнения почв	Показатель суммарного загрязнения почв, Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных заболеваний
Умеренно опасная	16–32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32–128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c проводится по оценочной шкале, градации которой разработаны на основе изучения состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

8.4 Основные виды промышленных отходов, их краткая характеристика

Под отходами, по Н. Ф. Реймерсу, понимают в общем случае непригодные для производства данной продукции виды сырья, неупотребимые остатки, вещества и энергию. Отходы при добыче полезных ископаемых могут быть бытовыми (ТБО), промышленными (ТПрО).

Промышленные отходы (или отходы производства) – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично потребительские свойства. К ТПрО можно отнести и отходы потребления – изделия и машины, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа.

Бытовые отходы – твердые вещества, не утилизируемые в быту, образующиеся в результате амортизации предметов быта и самой жизни людей. В последнее время к ТБО относят и твердую составляющую коммунально-бытовых сточных вод, их осадок.

По фазовому состоянию их делят на жидкие, твердые или смесь твердой, жидкой и газовой фаз (выброс газов в атмосферу через трубы считается эмиссией производства, а не отходами).

В зависимости от объема отходы делятся на крупнотоннажные и малотоннажные. Например, ил после использования в аппаратах биологической очистки воды на нефтеперерабатывающем заводе является крупнотоннажным отходом.

Отходы могут быть дорогостоящими и дешевыми, в частности, отходы после регенерации катализатора являются дорогостоящими, а шлак после металлургической печи – дешевым.

По влиянию на окружающую среду различают вредные и безвредные отходы. Прогрессивное развитие индустрии и научно-технический прогресс приводят как к количественному, так и к качественному увеличению потребления минеральных ресурсов. Современный мир из недр Земли ежегодно извлекает до 100 млрд т руды, стройматериалов, топлива (4 млрд т нефти и газа, 2 млрд т угля), рассеивает до 92 млн т минеральных удобрений и 2 млн т ядохимикатов. В странах СНГ только объем извлекаемой из недр горной массы превысил 20 млрд тонн в год, однако в хозяйственный оборот вовлекается лишь около трети всего минерального сырья, а на производство готовой продукции расходуется менее 7% добытых полезных ископаемых.

Наиболее важными следствиями таких масштабов потребления минерального сырья и состояния его использования являются прогрессирующее истощение ряда видов сырья и топлива, возрастающее накопление твердых отходов и увеличивающееся в связи с этим экономический ущерб народному хозяйству и загрязнение биосферы. В атмосферу выбрасывается более 200 млн т оксида углерода, 53 млн т оксидов азота, 50 млн т углеводородов, 146 млн т диоксида серы, 250 млн т пыли. В водоемы

сбрасывается ежегодно 32 млрд м³ неочищенных вод, а в мировой океан – до 10 млн т нефти. Порядка 7 млн га почвы каждый год становится непригодными для земледелия. В Казахстане до 30 млн га сельскохозяйственных земель засолено, заболочено или подтоплено грунтовыми водами. Многие изменения окружающей среды становятся необратимыми.

Твердые отходы. В нашей стране, как и во всем мире, образуется огромное количество твердых отходов (десятки миллиардов тонн). Отвалы, свалки и полигоны для твердых отходов занимают около 1 млн га земли. Удаление (транспортирование) отходов и их хранение (устройство и содержание отвалов и шламонакопителей) являются дорогими мероприятиями. На металлургических производствах, ТЭС и углеобогачительных фабриках затраты на них составляют примерно 8–30% стоимости производства основной продукции. Между тем в отвалы и шламохранилища ежегодно поступают огромные массы вскрышных пород и отходов обогащения и переработки минерального сырья. В них накоплены десятки миллиардов тонн различных горных пород, более 1,5 млрд т золошлаковых отходов ТЭС, 650 млн т металлургических шлаков, 400 млн т галита, 250 млн т фосфогипса и значительные количества других материалов. Твердые отходы содержат много ценных веществ, которые зачастую легче добыть из отходов, чем из первичного сырья. Наряду с этим, уровень оперативной утилизации отходов является низким: в хозяйственный оборот вовлекается только пятая часть шлаков цветной металлургии, 13% золошлаковых отходов и фосфогипса, менее 5 % отходов углеобогащения, что ведет к нарастанию массы складированных отходов. Кроме того, при сжигании мусора отходы засоряют атмосферу, поверхностную и подземную воду и, конечно, почву.

В соответствии с принятой в нашей стране классификацией (ГОСТ 25916 – 83) твердые отходы подразделяются на отходы производства и потребления.

Основными отходами производства являются:

- отходы черных и цветных металлов;
- отходы добычи и обогащения полезных ископаемых;
- зола, шлаки и углесодержащие отходы;
- отходы, содержащие пластмассы и полимеры;
- отходы, содержащие хлопчатобумажные, шерстяные, шелковые и синтетические волокна;
- отходы, содержащие резину;
- отходы, содержащие асбест;
- отходы стекла и строительных материалов;
- отходы, возникшие при переработке древесины;
- отходы кожи и меха;
- отходы пищевых производств;
- отходы сельскохозяйственного производства.

К основным отходам потребления относятся:

- изношенные текстильные материалы;
- макулатура (отходы бумаги и картона, в том числе тара);

- бой стекла;
- изношенные резино- и асбестосодержащие изделия;
- изношенные изделия из пластмасс (в том числе тара);
- изношенные изделия из кожи;
- вышедшие из употребления изделия из древесины;
- металлические амортизированные изделия (в том числе тара);
- отходы жилищно-коммунальные (в том числе пищевые);
- твердые продукты, улавливаемые на очистных сооружениях и установках.

Как видно из приведенного перечня, отходами производства являются остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе производства продукции, утратившие исходные потребительские свойства, а также вещества, улавливаемые при очистке отходящих технологических газов и сточных вод.

Отходами потребления являются изделия и материалы, утратившие потребительские свойства в результате физического или морального износа. К вторичному сырью относятся вторичные материальные ресурсы, которые могут быть использованы в промышленности.

Основными поставщиками твердых отходов (кроме ТБО) являются: энергетика (зола и шлаки, образующиеся при сжигании твердого топлива); черная и цветная металлургия (шлаки, формовочная земля, коксовые остатки); угледобывающая промышленность (отвалы); деревообрабатывающая отрасль хозяйства (опилки, стружки); химическая промышленность (химические вещества в широком ассортименте, в том числе фосфогипс и др.).

По физико-химическим свойствам твердые отходы весьма разнообразны: от очень активных, токсических (соединения мышьяка, фтора, фосфора, ртути) до инертных (мел, гипс, глинозем) веществ.

Помимо промышленных отходов в жилых массивах образуется много твердых бытовых отходов (ТБО). Так, на одного жителя их приходится до 300 кг в год. Проблема ТБО особенно актуальна в больших городах, в том числе в Астане и Алматы.

Твердые бытовые отходы весьма разнообразны по составу: пищевые остатки, бумага, металлолом, резина, стекло. Древесина, ткань, синтетические вещества. Опасные отходы сельского хозяйства: не обустроенные скотомогильники животных, погибших в период эпидемий; остатки ядохимикатов, навозохранилища вносят огромный вклад в загрязнение ОС.

При эксплуатации ТЭЦ и подготовке теплотрасс к отопительному сезону образуются кислые обмывочные воды мазутных котлов, хлоридно-натриевые стоки, токсичные шламы, содержащие тяжелые металлы, в частности, ванадий. При переработке руд цветных редких, благородных и черных металлов образуются отходы самого разнообразного содержания и свойств. При производстве пестицидов имеет место появление термодинамически устойчивых, хорошо растворимых в воде и накапливающихся в организме веществ. Наиболее распространенным компонентом *жидких отходов* являются

нефтепродукты.

Добыча твердых полезных ископаемых (уголь, горючие сланцы, соли, руды, гипс) приводит к разрушению сложившихся веками гидродинамических и геохимических условий, складированию огромных масс горных пород (терриконы, отвалы), содержащих многие токсичные химические элементы и соединения, образуются кислотные поверхностные водотоки. При добыче некоторых металлов широко применяют метод подземного выщелачивания, при котором твердые рудные концентрации растворяют специальными реагентами. Остатки таких реагентов становятся отходами, что может повлиять на качество вод в артезианских бассейнах.

Конечный продукт многих технологических процессов используется человеком нерационально (часто в отходы выбрасывается более 90% основного продукта). Происходит накопление в ОС инертных (неусвояемых) или вредных веществ.

В современных крупных городах со среднеразвитой промышленной инфраструктурой на одного жителя в сутки приходится 0,7–0,8 кг мусора, 0,3–0,6 кг твердых промышленных отходов, 0,1–0,2 кг газообразных и взвешенных отходов от стационарных источников в атмосферу, 0,3–0,5 кг – от подвижных источников автомобилей, тепловозов и др. При этом на одного жителя нужно в среднем подавать 0,5–0,7 м³ воды и обеспечивать сброс сточных вод 0,4–0,55 м³, подвозить 2 кг продуктов питания и около 10 кг всех видов топлива (в том числе газа, мазута, бензина, угля и т.д.).

Даже примерные цифры говорят не только о сложности управления городским хозяйством, но и о необходимости экологического образования горожан.

Необходимо давать оценку состава, количества и прогнозные предложения по ТПрО. Более детально приходится анализировать отходы заводов электронного оборудования, т.к. в их составе содержится большое количество ценных материалов: до 22,9% меди; 30,1% алюминия и магния; 16,6% железа; 30,1% пластиков; небольшие количества серебра, золота, платины, палладия, рения.

Отрицательное влияние твердых отходов на окружающую среду (ОС) весьма значительно. В населенных пунктах твердые отходы накапливаются на санкционированных (убираемых) свалках, которые состоят на учете санитарно-эпидемиологических служб и закреплены за конкретными предприятиями, организациями и службами. Гораздо более опасными являются несанкционированные (бесконтрольные) свалки, которые, несмотря на штрафные санкции, тем не менее повсеместно возникают.

Сложившаяся в РК ситуация с твердыми отходами представляет реальную угрозу здоровью населения и отражает одну из сторон экологического кризиса, в котором находится страна.

Свойства отходов. При выборе способа утилизации отходов важно знать их химический состав, влажность, теплотворную способность. Растворимость компонентов в воде, плотность и другие характеристики. Все они изменяются

в достаточно широком диапазоне в зависимости прежде всего от фракционного состава отходов.

Важнейшей характеристикой отходов является плотность ρ . Низкая первоначальная плотность ограничивает возможности транспортировки твердых отходов и во многом определяет стоимость сбора и перевозки.

Кроме обычной плотности отходов, важно знать, как влияет давление сжатия отходов на величину их плотности. Это компрессионная характеристика твердых отходов. Она очень сильно зависит от состава, абсолютной величины давления сжатия и начальной влажности отходов.

Отходы – важнейшие факторы антропогенного загрязнения. В РК эксплуатируется несколько сотен тысяч км газопроводов, несколько десятков тысяч км нефтепроводов, продуктопроводов, на которых ежегодно происходят десятки тысяч аварий.

Срок службы трубопроводов в основном более 25 лет, т.е. после истечения срока они требуют ремонта или вывода из эксплуатации. В стране ежегодно происходит немало разрывов нефте- и газопроводов с выливом миллионов тонн нефти. Не меньше вреда ОС приносят непрерывные военные конфликты последнего времени.

Всевозрастающее количество отходов отрицательно сказывается не только на качестве окружающей среды, но и на всех живых организмах. Отходы загрязняют воду, воздух, почву на огромных площадях.

Утилизируемые отходы перерабатываются на месте их образования или на других предприятиях, имеющих соответствующую технологию. Некоторые не утилизируемые отходы в силу потери потребительских свойств в настоящее время не могут найти применения в современном производстве. Эти отходы захораниваются, если они не представляют опасности для окружающей среды.

В случае опасности с санитарно-гигиенической точки зрения отходы могут захораниваться только после предварительного обезвреживания.

В настоящее время нет единой классификации отходов крупного промышленного города или региона, в которой наиболее полно рассматривался бы ряд взаимосвязанных элементов: количественный и качественный состав отходов, применяемые и предполагаемые методы обработки, санитарно-гигиенические, экологические, а также некоторые градостроительные аспекты.

9 Методы обезвреживания отходов, утилизация промышленных отходов. Требования к хранилищам отходов

Использование и переработка промышленных отходов. Количество накопленных и ежегодно образующихся крупнотоннажных промышленных отходов исчисляется миллиардами тонн. Поэтому проблема их использования и переработки является чрезвычайно важной. Методы очистки (обеззараживания, обезвреживания) отходов применяются с давних пор. К настоящему времени разработано достаточное количество способов переработки отходов.

Так, крупнотоннажные промышленные отходы используются в настоящее время для рекультивации нарушенных земель, планировки территорий, отсыпки дорог, дамб, в производстве строительных материалов, в сельском хозяйстве, а также в качестве технологического и бытового топлива.

Кроме того, почти для всех видов отходов разрабатываются новые технологии переработки в целях получения того или иного вида продукции.

Применение крупнотоннажных отходов для рекультивации земель.

Ежегодно в нашей стране образуется около 2 млрд т вскрышных пород – отходов угледобывающей промышленности и добычи руд для черной и цветной металлургии. В настоящее время использование этих отходов незначительно – около 10% от их объема. Однако в дальнейшем этот показатель будет значительно увеличиваться, так как использование вскрышных пород очень выгодно: эксплуатационные затраты на получение 1 м³ щебня из отходов в 2–2,5 раза ниже, чем на добычу его из карьеров. Рекультивация нарушенных земель является обязанностью горнодобывающих предприятий и закреплена за ними законодательно.

Применение отходов в производстве строительных материалов. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, это единственная отрасль, которая уже сейчас способна использовать целый ряд многотоннажных отходов и побочных продуктов других отраслей (химической, производства минеральных удобрений, черной и цветной металлургии, гальванического производства и др.). Многие виды промышленных отходов по своим свойствам и химическому составу близки к природному сырью, используемому в данной отрасли, и могут служить его полноценной и недорогой заменой. Примером может служить использование отходов энергетики – золы и шлаков ТЭЦ.

Зола и шлаки ТЭЦ представляют собой источник сырьевых ресурсов для производства строительных материалов. Они содержат 53% SiO₂, 24% Al₂O₃, 10% Fe₂O₃ и FeO, 2% CaO, 1% MgO, 4% оксидов щелочных металлов и 6% несгоревшего топлива. В первую очередь целесообразно применять отходы углеобогащения, золу и шлаки ТЭЦ, доменные шлаки черной металлургии, бой керамического кирпича.

Отходы угледобывающей, лесной и деревообрабатывающей промышленности, а также биогаз, получаемый при захоронении мусора, нашли применение в сельском хозяйстве. Некоторые крупнотоннажные отходы (фосфогипс, пиритные огарки, отходы производства калийных удобрений), например, фосфогипс (отход производства фосфорной кислоты из фосфатного сырья) применяются для мелиорации солонцовых почв, а также как удобрение, содержащее многие ценные элементы (Ca, S, P, Fe, Al, Mg, органические вещества); пиритный огарок (отход процесса обжига колчедана) используется в качестве медьсодержащего удобрения; глинистые шламы и пыль, образующиеся при производстве хлорида калия, применяются как удобрение, содержащее калий и различные микроэлементы.

Использование отходов в сельском хозяйстве имеет свои сложности, поскольку, наряду с полезными элементами, они содержат и вредные примеси.

Так, в фосфогипс переходит некоторое количество фтора из исходного апатита. В пиритных огарках в зависимости от состава исходного сырья могут присутствовать тяжелые металлы, мышьяк, селен.

Обезвреживание и захоронение токсичных промышленных отходов являются экологической необходимостью. Это сложное дело, требующее больших капитальных и эксплуатационных затрат. В развитых странах количество токсичных отходов на одного человека в год составляет 70 кг, а стоимость обезвреживания одной тонны – 500 долл. США. Обезвреживание и захоронение производятся на специальных полигонах, которые предусматриваются при разработке планов и проектов территорий, расположенных вблизи крупных городов.

Строительство полигонов должно производиться на основе долевого участия предприятий и организаций, где имеются отходы. Заказчиком полигона является предприятие, отходы которого требуют наибольших затрат на обезвреживание и захоронение. Построенные полигоны передаются для эксплуатации соответствующим коммунальным хозяйствам. К сожалению, проценты использования отходов, особенно их полного обезвреживания, в настоящее время крайне низки.

Строительство и эксплуатация полигонов осуществляются в соответствии с «Санитарными правилами проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых отходов» и санитарными нормами и правилами (СНиП 1.02.28 – 85) «Основные положения по составу проекта полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов».

Полигон – природоохранное сооружение для централизованного сбора, обезвреживания отходов, обеспечивающее защиту от загрязнения атмосферы, почв, поверхностных и грунтовых вод, препятствующее распространению болезнетворных микроорганизмов. Полигоны для токсичных ТПрО (I и II класса опасности) имеют такие же санитарные ограничения и такой же размер СЗЗ, как и свалки. Полигоны ТБО, не принимающие навоз и фекалии, приравниваются к санитарным объектам III класса и имеют СЗЗ не менее 0,3 км. Центральные полигоны ТБО, принимающие нечистоты населенного пункта, являются объектами II класса с СЗЗ – не менее 0,5 км. На полигоны ТБО могут приниматься нетоксичные ТПрО, по согласованию – специальный перечень токсичных ТПрО IV и III класса опасности.

К основным особенностям полигонов относятся уплотнение отходов, позволяющее увеличить нагрузку на единицу площади; послойное укрытие отходов; меры по предотвращению проникновения сточных вод. Работы на полигонах полностью механизированы, а после их закрытия производится рекультивация участка.

Организуя специальные полигоны двух видов: для обезвреживания одного вида отходов только захоронением или химическим способом, а также комплексные. В последнем случае территорию полигонов разделяют на зоны приема и захоронения твердых негорючих отходов, приема и

захоронения жидких химических отходов и осадков сточных вод, не подлежащих утилизации, захоронения особо вредных отходов, огневого уничтожения горючих отходов.

Одной из актуальных проблем является проблема безопасного удаления и захоронения радиоактивных отходов, которая полностью не решена. Более разработанным считается метод подземного захоронения жидких радиоактивных отходов между водоупорными слоями (СНГ) и в виде цементной пульпы в расслаивающиеся горные породы (США).

Утилизация отходов, виды утилизации. Выбор метода утилизации отходов достаточно сложен. Для токсичных ТПрО эта задача решается индивидуально на конкретных предприятиях: переработкой и размещением на месте, размещением на полигонах, сжиганием или переработкой на специализированных заводах. Используется значительное число технологий по утилизации отходов.

Сжигание твердых отходов в кострах или примитивных печах нельзя считать целесообразным, так как при этом загрязняется воздушная среда и не используется образующаяся тепловая энергия. Оно может быть оправдано при сжигании в специальных печах специфических больничных отходов, которые удаляются и обезвреживаются отдельно от бытовых.

Некоторые виды твердых промышленных отходов вследствие их токсичности необходимо обезвреживать на специальных сооружениях (таблица 9.1).

Однако при использовании тепловой энергии и очистке уходящих газов сжигание твердых отходов является целесообразным. Этот процесс происходит на мусоросжигательных станциях (заводах), имеющих паровые или водогрейные котлы со специальными топками, например, с расположенными наклонно вращающимися палками колосниковой решетки. Температура в топке должна быть не менее 1000°С, для того чтобы сгорали все дурнопахнущие примеси газов и не происходило бы зашлаковывания колосников. Перед выходом в дымовую трубу газы необходимо очищать, например, с помощью электрических фильтров. Металлический лом отделяют от шлака электромагнитным сепаратором.

Таблица 9.1 – Основные виды твердых и шламообразных токсичных промышленных отходов, подлежащих обезвреживанию на специальных сооружениях.¹

Отходы	Вредные вещества, содержащиеся в отходах
Отрасли химической промышленности	
<i>Хлорная</i>	
Графитовый шлам (производства синтетического каучука, хлора, каустика) Метанол (отходы производства оргстекла) Шламы (производства солей монохлоруксусной кислоты) Бумажные мешки Шламы (производства трихлорфенолята меди) Отработанные катализаторы пластполимеров Коагулюм и омегаполимеры Осмолы трихлорбензола (производства удобрений)	Ртуть Метанол Гексахлоран, метанол, трихлорбензол ДДТ, уротропин, цинеб, трихлорфенолят меди, тиурам-Д Трихлорфенол Бензол, дихлорэтан Хлоропрен Гексахлорен, трихлорбензол
<i>Производство хромовых соединений</i>	
Шлам (производства монохромата натрия) Хлористый натрий	Шестивалентный хром То же
<i>Содовая</i>	
Цинковая изгарь	Цинк
<i>Искусственное волокно</i>	
Шламы Отходы фильтрации Отходы установки метанолиза	Диметилтерефталат, терефталевая кислота, цинк, медь Капролактам Метанол
<i>Лакокрасочная</i>	
Пленки лаков и эмалей (отходы при очистке оборудования) Шламы	Цинк, хром, растворители, окисленные масла Цинк, магниты
<i>Химико-фотографическая</i>	
Отходы производства гипосульфита Отходы производства сульфита безводного Отходы магнитного лака, коллодия, красок	Фенол Фенол Бутилацетат, толуол, дихлорэтан, метанол

¹ Список дополняют с учетом местных условий и требований СЭС

Продолжение таблицы 9.1

Отходы	Вредные вещества, содержащиеся в отходах
<i>Пластмассы</i>	
Заполимеризовавшаяся смола	Фенол
<i>Азотная</i>	
Шлам с установки очистки коксового газа	Канцерогенные вещества
Отработанные масла цеха синтеза и компрессии Кубовый остаток от разгонки моноэтаноламина	То же Моноэтаноламин
Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность	
Алюмосиликатный адсорбент от очистки масел, парафина	Хром, кобальт
Кислые гудроны с содержанием серной кислоты более 30%	Серная кислота
Фусы и фусосмольные остатки получения кокса и газификация полукокса	Фенол
Железохромный катализатор КМС 482 (производства стиролов)	Хром
Отработанная глина	Масла
Отходы процесса фильтрации с установок алкилфенольных присадок	Цинк
Отработанные катализаторы К-16, К-22, КНФ	Хром
Машиностроение	
Осадок хромсодержащих стоков	Хром
Осадок цианистых стоков	Циан
Стержневые смеси на органическом связующем	Хром
Осадок после вакуум-фильтров станций нейтрализации гальванических цехов	Цинк, хром, никель, кадмий, свинец, медь, хлорофос, тиокол
Медицинская промышленность	
Отходы производства синтомицина	Бром, дихлорэтан, метанол
Цветная металлургия	
Отходы обогащения и шламы	Соли тяжелых металлов

При совместном сжигании бытовых и промышленных отходов (в том числе в илистых и пастообразных консистенциях) следует учитывать удельную теплоту сгорания, зольность, взрывоопасность, температуру воспламенения, плавления и другие показатели, причем в каждом случае рекомендуется составлять топливный план с указанием доз промышленных отходов и свойств отдельных компонентов.

Применение сжигания или компостирования для обезвреживания

отходов зависит от местных условий. Очевидно, компостировать отходы целесообразнее в нечерноземных районах. Однако из-за больших капиталовложений, связанных со строительством мусороперерабатывающих заводов и мусоросжигательных станций, в ближайшие годы в них в общей сложности будут обезвреживаться в СНГ не более 5—10% твердых отходов. Переработка отходов на компост и сжигание их с использованием получающейся теплоты является, по существу, завершением безотходного процесса.

В последние годы в разных странах появилось много новых предложений и исследований, направленных на использование твердых бытовых отходов.

Термические технологии применимы для утилизации любых видов твердых, растворимых, жидких и газообразных отходов. Суть метода заключается в термической обработке материалов высокотемпературным теплоносителем, т.е. продуктами сгорания топлива (плазменная струя, расплав металла или окисла, СВЧ нагревом отходов) контактным или бесконтактным способом. Продукты терморазложения подвергаются окислению или другим химическим воздействиям с образованием нетоксичных газообразных, жидких или твердых продуктов.

Термический метод обычно состоит из предварительной стадии, в том числе реагентной обработки; высокотемпературной обработки и обеззараживания; многоступенчатой очистки газов; теплоиспользования и получения побочных органических (газ, топливо) или минеральных продуктов (оксиды, цемент, минеральные соли).

Термический метод позволяет обезвреживать *любые* химические соединения при высоких температурах (выше 3000К) в окислительном или восстановительном режиме с подачей воздуха, кислорода, водорода или других газов, т.е. имеется возможность регулировать параметры обеззараживания *любого* вещества (соединения), в том числе и химического оружия. Таким образом, токсичные вещества I и II класса опасности, т.е. органические вещества, пестициды, диоксины, можно обезвредить только плазменным методом со степенью переработки до 99,9999%. Плазмохимический метод предпочтительно применять для обезвреживания трудногорючих и негорючих соединений.

Принцип работы плазмохимической установки: в струю низкотемпературной плазмы (более 3000К) подается исходное вещество в жидком, пастообразном или порошковом виде. Оно в реакторе разлагается до атомов, молекул и ионов. Плазмообразующий (водород, азот, кислород) газ обеспечивает появление окислов, соединений галогенов с водородом, нейтральных молекул и атомов, т.е. термодинамическими параметрами процесса. Необходимо четко представлять, что, в отличие от сжигания отходов в топке (в смеси с топочными газами и воздухом), плазменный процесс строго регулируется по давлению, температуре и составу газа. При этом одним из условий процесса является закалка газа, т.е. резкое уменьшение до 1000К в

секунду температуры газа, чтобы не допустить вторичного оборудования нежелательных соединений. Для уничтожения 1 кг отходов необходимо затратить до 3 кВт ч. энергии.

Термические технологии дают твердые отходы в малых объемах и позволяют использовать вторичное тепло для коммунальных нужд. Они имеют большую энергоемкость на единицу перерабатываемых отходов. Примером термического процесса может служить электрофизическая технология полной переработки железной стружки, опилок, чугунной дробы. В результате получают железно-окисные пигменты (железный сурик), т.е. товарный продукт, имеющий широкое применение. Технология реализует плазмохимический способ получения высокодисперсных оксидов металлов, основанный на плазменной переработке диспергированного сырья. Электроэрозионное диспергирование в зернистом слое ведет к разрушению металлических гранул под воздействием импульсного тока с образованием частиц металла размером 700–1000 А, обладающих высокой реакционной способностью и легко доокисляющихся с образованием оксидов и гидроксидов. Кроме получения пигментов, отходы других металлов могут перерабатываться в сырье для керамики, в адсорбенты, теплоизоляционные материалы.

Не менее перспективным является направление термического безокислительного пиролиза.

Пиролиз – термохимический процесс, в котором происходит разложение органической части отходов и получение полезных продуктов под действием высокой температуры в специальных реакторах. Его преимуществом является получение технологического газа или минерального продукта – сорбента. Полученный газ может быть использован для технологических и бытовых целей, при этом обеспечивается значительное уменьшение объема твердого остатка, экологическая чистота и безопасность процесса.

Существуют следующие разновидности метода: окислительный пиролиз с последующим сжиганием пиролизных газов и сухой пиролиз.

Окислительный пиролиз – это процесс термического разложения органической части отходов при их частичном сжигании или непосредственном контакте с продуктами сгорания топлива. Газообразные продукты разложения отходов смешиваются с продуктами сгорания топлива или части отходов, поэтому на выходе из реактора они имеют низкую теплоту сгорания, но повышенную температуру. Затем смесь газов сжигают в обычных топочных устройствах. В процессе окислительного пиролиза образуется твердый углеродистый остаток (кокс), который в дальнейшем можно использовать в качестве твердого топлива или в других целях.

Сухой пиролиз – это метод термической переработки отходов, обеспечивающий их высокоэффективное обезвреживание и использование в качестве топлива и химического сырья, что способствует созданию малоотходных технологий. Под сухим пиролизом понимают процесс термического разложения отходов твердого или жидкого топлива без доступа кислорода. В результате сухого пиролиза отходов образуются пиролизный газ

с высокой теплотой сгорания, жидкие продукты и твердый углеродистый остаток.

Использование мощного СВЧ нагрева снижает энергопотребление на единицу объема перерабатываемого вещества, что позволяет разработать передвижные комплексы для переработки токсичных отходов.

Физико-химические технологии переработки отходов не обладают универсальностью, они позволяют использовать отходы как сырье для получения полезного продукта, например, из использованных автомобильных шин, полимерных материалов. Возможна переработка отходов в удобрения, строительные и дорожные материалы, керамику. При этом используется индивидуальный подход в выборе технологии. В настоящее время остро стоит вопрос создания безотходных и малоотходных технологий, легко разлагающихся (под воздействием определенных веществ) упаковочных и тарных материалов.

Наиболее перспективным процессом обезвреживания и переработки отходов является *биотехнология*. Живые компоненты биоты земли за миллиарды лет переработали неживую геосферу, атмосферу, превратив все это в биосферу. Созданные природой микроорганизмы методами генетической биологии приспособляются учеными для выполнения новых функций.

Большую перспективу имеет переработка бытовых отходов после их сортировки. Переработка тонны органического остатка ТБО может дать 500 м³ биогаза, содержащего до 70% метана и окиси углерода с теплотворной способностью до 6000 ккал/м³. Живые компоненты биоты имеют энергетический КПД неизмеримо выше, чем в технических системах, выполняющих те же функции.

Биотехнология используется при производстве белковых продуктов из древесины, нефтяных парафинов, метилового и этилового (технических) спиртов, природного газа и даже из водорода. К недостаткам биотехнологий можно отнести лишь медленное протекание процессов, что их удорожает.

Существующие системы утилизации недостаточно отвечают современным требованиям эпидемической и экологической безопасности, хотя обнадеживает опыт Германии, США, Испании, а также Японии и России, где добились успехов в сортировке, прессовании и брикетировании отходов. В Швейцарии разработан метод прессования строительных плит, получаемых из переработанных твердых бытовых отходов. По данным фирмы «Йетцер Инжиниринг АГ», эти плиты по сравнению с древесностружечными обладают большей поверхностной твердостью и огнестойкостью. В Японии, в г. Химамацу, имеется завод по производству из твердых бытовых отходов строительных блоков, которые, однако, в строительстве еще не нашли широкого применения. В США разрабатывается новое оборудование, предназначенное для использования бытовых отходов, так как 134 млн т ежегодно выбрасываемого мусора содержат 11,3 млн т железа, 860 тыс. т алюминия, 430 тыс. т других металлов (главным образом меди), более 13 млн т стекла, более 60 млн т бумаги и такое количество органических материалов,

которое при сжигании даст тепловую энергию, эквивалентную энергии, получаемой при сжигании более 20 млн т нефти. Для извлечения из отходов алюминия создан магнит, притягивающий этот временно намагничивающийся металл при прохождении через электрическое поле. Разработан аппарат для отсортировки стекла, который затем используется для производства стеклоасфальта (материала для покрытия дорог) и для изготовления (в смеси с портландцементом) строительных панелей и блоков. Из смеси 90% размельченного стекла и 10% синтетического полимера изготавливают канализационные трубы, обладающие более высокой коррозионной стойкостью, чем керамические или бетонные. Измельченные в порошок пластиковые бутылки были использованы при изготовлении бетона для моста, выстроенного в г. Эджине, причем пластик заменил 1/3 песка. В Глазго (Великобритании) в лабораторных условиях разработан метод получения из твердых бытовых отходов этилового спирта.

В последние годы большое внимание уделяется брикетированию отходов – прессованию их в крупные блоки, которые затем депонируются, сжигаются или используются при строительстве. Брикетирование с целью сжигания и строительства требует предварительной сортировки, а для депонирования – чаще всего лишь удаления особо крупных отходов.

При обеззараживании стоков часто целесообразно применять физические методы: термические, радиационные, электрогидравлический удар, электрофотокоагуляцию, токи высокой частоты, высокое напряжение, а отходы и трупы животных, зараженные возбудителями контагиозных заболеваний (сибирская язва, паратуберкулезный энтерит, бешенство, чума), сжигают или захоранивают на скотомогильниках. Это наиболее надежная мера уничтожения стойких возбудителей болезней. Недостатком метода являются огромные затраты энергии. Приготовление из зараженных отходов брикетов и их сушка недопустимы из-за опасности рассеивания возбудителей инфекции в окружающей среде, особенно в атмосфере.

Таким образом, ресурсные циклы будут постепенно преобразовываться на основе тех же принципов, что и естественные циклы выше 3000 К взаимосвязи и замкнутости. Данная организация ресурсных циклов получила название безотходных производств, что обеспечивает их полную утилизацию.

Принципы рационального природопользования: малоотходные и безотходные технологии.

В зависимости от последствий хозяйственной деятельности различают: *рациональное и нерациональное природопользование.*

Рациональное природопользование отличается следующим:

1. Использование природных ресурсов сопровождается их восстановлением (возобновляемые природные ресурсы). Должна строго контролироваться вырубка лесов, охота, рыбная ловля и др., иначе может быть нанесен невосполнимый урон природе. Для охраны животного и растительного мира создаются особо охраняемые территории (заповедники, заказники, национальные и природные парки).

2. Комплексное использование различных ресурсов (для исчерпаемых – полезные ископаемые). Отходы промышленных производств должны использоваться в других отраслях.

3. Вторичное использование природных ресурсов. Производимые материалы должны подвергаться вторичной переработке.

4. Проведение природоохранных мероприятий, проводимых промышленными предприятиями, а уполномоченные органы, отвечающие за охрану окружающей среды, должны контролировать их выполнение.

5. Внедрение новейших доступных технологий с целью снижения антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. Новейшие технологии разрабатываются по многим направлениям: энергопроизводство, ресурсосбережение, вторичная переработка, очистка выбросов, мониторинг окружающей среды и т.д.

При нерациональном природопользовании происходит обратное, т.е. экологическое разрушение и необратимое использование природных ресурсов.

Вопросы для самоконтроля по курсу:

1. Основные законодательные и нормативные документы об экологическом воздействии промышленности на водные и земельные ресурсы в РК.

2. Современное состояние и тенденции водоотведения и охраны от загрязнения водных объектов в РК.

3. Экономия и рациональное водопользование в промышленности

4. Методы оценки качества воды водных объектов

5. Сооружения и методы очистки сточных вод

6. Охрана водных ресурсов.

7. Задачи землепользования и охраны земельных ресурсов

8. Режим нарушения и рекультивации земель

9. Охрана земельных ресурсов

10. Проблемы использования и охраны водных ресурсов в зарубежных странах и пути их решения

11. Загрязнение почвы.

12. Источники поступления загрязнителей в почву.

13. Виды сточных вод, используемых для орошения.

14. Основные источники загрязнения почвы

15. Схемы земледельческих полей орошения.

16. Экономический аспект природопользования.

17. Юридический аспект природопользования.

18. Международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды.

19. Что понимается под загрязнением водного объекта?

10. Основные пути по борьбе с загрязнением окружающей среды.

11. Пестициды, их виды и опасность для окружающей природной среды

12. Влияние антропогенной деятельности предприятий на качество водных ресурсов

13. Что понимается под засорением водного объекта?

14. Основные способы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей.

15. Что понимается под истощением водного объекта?

16. Основные источники загрязнения вод.

17. В каких случаях и каким образом происходит самоочищение природных вод?

18. Виды загрязняющих веществ природных вод.

19. Возникновение Аральского экологического кризиса.

20. Общее понятие и содержание водопользования.

21. Виды водопользования.

22. Признаки классификации водопользований

23. Классификация водопользований по целям использования вод.

24. Сущность рационального природопользования.

Классификация водопользований по объектам и техническим условиям водопользования.

25. Классификация водопользований по характеру использования воды и по воздействию водопользований на водные объекты.

26. Понятия природопользование и охрана окружающей среды

27. Водопотребители и водопользователи.

28. Каковы основные виды загрязнения водных ресурсов?

29. Какие методы очистки сточных вод применяют на промышленных предприятиях?

30. В чем заключается механическая очистка сточных вод?

31. В чем заключается физико-химическая очистка сточных вод?

32. В чем заключается химическая очистка сточных вод?

33. В чем заключается биологическая очистка сточных вод?

34. Экологическое воздействие промышленности на земельные ресурсы.

35. Национальная водохозяйственная политика и стратегия РК

36. Требования, обеспечивающие рациональное использование вод.

37. Требования по сокращению сброса загрязняющих веществ в водные объекты.

38. Задачи научного обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов

39. Проблемы речных бассейнов в РК

40. Водопотребление в промышленности. Роль воды в технологических процессах.

Список литературы

1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОДЕКС РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН. Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК
2. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды: https://ecogofond.kz/orhusskaja-konvencija/dostup-k-jekologicheskoy-informacii/jekologijaly-zha-daj/orsha-an-otrany-zhaj-k-ji-turaly-a-paratty-bjulletender/)
3. ГОСТ 12.1.007-76. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. Система стандартов безопасности труда. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА. Классификация и общие требования безопасности
4. Панов В.П. Теоретические основы защиты окружающей среды. – М.: Высшая школа, 2018. – 248 с.
5. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Под ред. Т.В. Гусева. – М., 2016. – 366 с.
6. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Ассоциации строительных вузов, 2018. – 704 с.
7. Панов В.П. Теоретические основы защиты окружающей среды. – М.: Высшая школа, 2018. – 248 с.
8. Макконнелл, Роберт Л. Қоршаған ортаны қорғау мәселелері: тұрақты болашаққа көзқарас = Environmental issues looking towards a sustainable future : оқулық / Л. Макконнелл Роберт , К. Абель Даниель; ҚРБЖҒМ; [англ.тіл.ауд. Г.Б. Абиева, Г.Ж. Жомартова]. - 4-бас. - Алматы : Дәуір, 2017. - 320 б
9. Нелидов С.Н. Экология жизнедеятельности. – Алматы: ИП Волкова Н.А., 2015. – 884 с.
10. Әлинов, М.Ш. Жасыл экономика негіздері : [оқу құралы]; ҚРБЖҒМ. - Алматы : Бастау, 2016. - 352б
11. Дулатова, Г. Қоршаған ортаның негізгі компоненттері: оқу құралы. - Астана : Фолиант, 2015. - 224с. - (Кәсіптік білім)
12. Жандаулетова, Ф.Р.Экология және тұрақты даму: оқу құралы. - Алматы : АУЭС, 2016. - 98б
14. Экология және тұрақты даму/құраст. А.С. Бегимбетова. Дәрістер жинағы.-А.: «АЭЖБУ», 2015
15. Устойчивое развитие: Новые вызовы: Учебник для вузов / Под общ. ред. В. И. Данилова-Данильяна, Н. А. Пискуловой. — М.: Издательство «Аспект Пресс», 2015. — 336 с. 5. Н.М. Мамедов. Экология, устойчивое развитие, культура. Бюллетень “На пути к устойчивому развитию России” № 67, 2014. С. 3–15.
16. Липина С.А., Агапова Е.В., Липина А.В. Зеленая экономика. Глобальное развитие. – М.: Изд-во Проспект, 2016. – с. 234.
17. Обзор «Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии». – Алматы, 2020. –132 с

18. Степановских А.С. Охрана окружающей среды. – Алматы, 2018. – 400 с.
19. СНиП РК 4.01.-02-2001 (СНиП 2.04.02.-84) Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Астана, 2002.
20. СНиП РК 4.01.-03-2002 (СНиП 2.04.03-85) Канализация. Наружные сети и сооружения. – Астана, 2003.
21. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан. МООС. – Астана, 2020.
22. Водный кодекс Республики Казахстан. – Астана: БИКО, 2020. – 64 с.
23. Тонкопий М.С. Экология и экономика природопользования: Учебник. – Алматы, 2016. – 592 с.
24. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 456 с.: ил., табл., схем.
25. Юшмаков О.Л., Шабанов В.В. и др. Комплексное использование водных ресурсов. М., 1996. 232 с.
Интернет ресурсы
26. Колесников Е. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: Учебник и практикум для вузов / Е.Ю. Колесников, Т.М. Колесникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 469 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09296-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450562 (дата обращения: 03.02.2021).
27. Environmental and Pollution Science - 2nd Edition—. Учебное пособие— Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 427 с. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www.elsevier.com/books/environmental-and-pollution-science/pepper/978-0-... ..
28. Assessment, Restoration and Reclamation of Mining Influenced Soils - Учебное пособие— Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 502 с. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www.elsevier.com/books/assessment-restoration-and-reclamation-of-mining -

Фарида Рустембековна Жандаулетова,
Асель Амангельдиевна Абикенова

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА
ВОДНЫЕ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**

Учебное пособие

Редактор

Жанабаева Е.Б.

Подписано в печать ____ . ____ . 2022 г.
Тираж 100 экз. Формат 60×84 1/16

Бумага типографская № 2
Уч.-изд. л 9,6. Заказ № _____
Цена 5000 тенге

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
г. Алматы, ул. Байтурсынова, 126/1